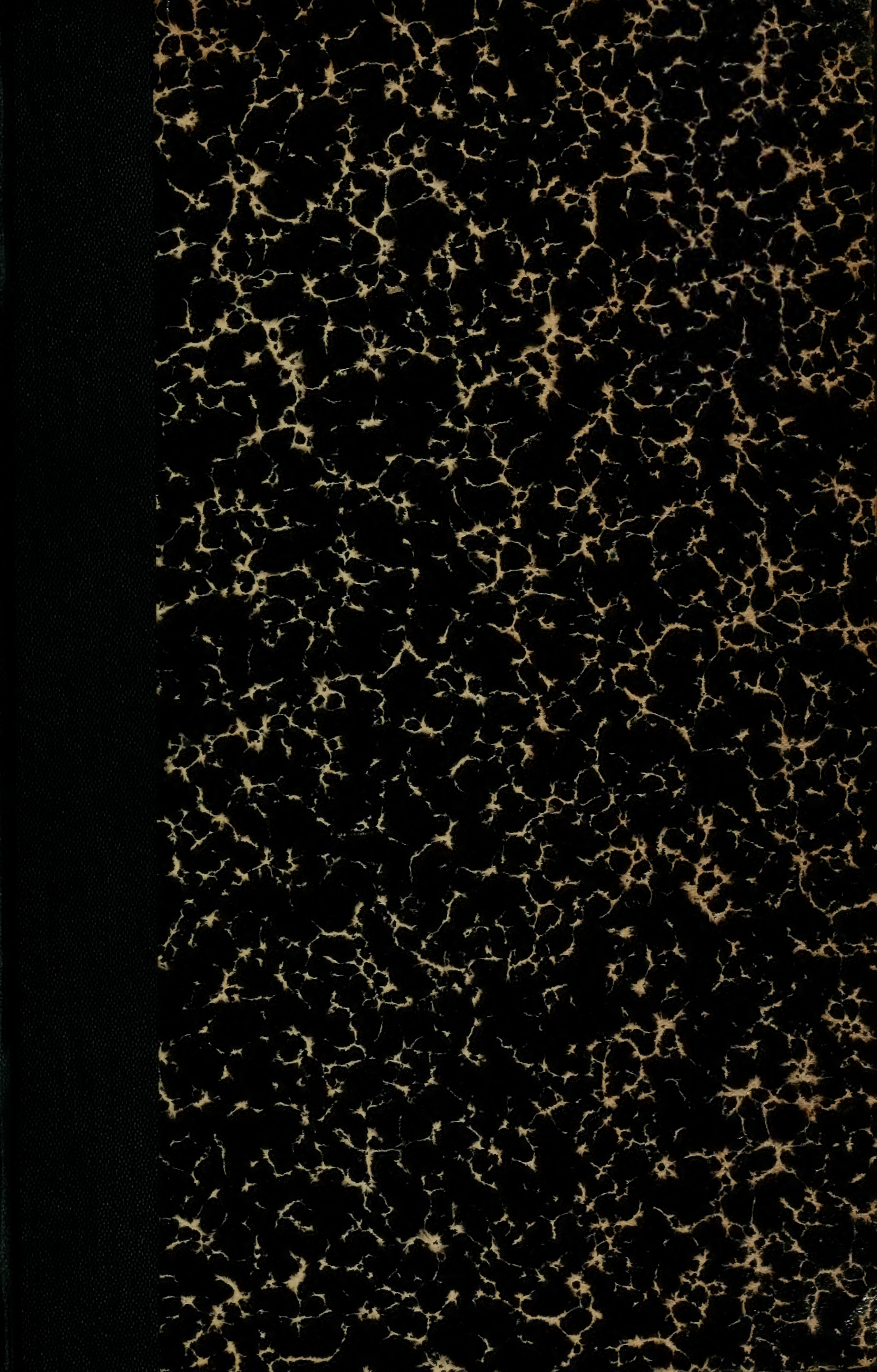
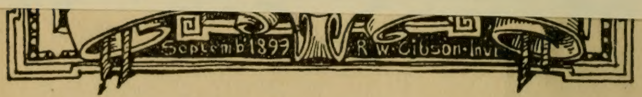
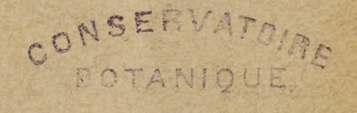



Septemb 1899
R. W. Gibson. Inv

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES



Genève. — Imprimerie Ramboz et Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME CINQUANTE-HUITIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
SANDOZ et FISCHBACHER
Rue de Seine, 33

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1877

OBSERVATIONS

SUR

L'ENROULEMENT DES VRILLES

PAR

M. Casimir DE CANDOLLE

Les recherches que je vais exposer m'ont été suggérées par la lecture attrayante du livre de M. Darwin sur les plantes grimpantes [1]. Une question de détail qui s'y trouve incidemment traitée m'a particulièrement intéressé, à cause de l'ingénieuse solution que l'auteur lui a donnée.

Les vrilles de la Bryone, ainsi que celles de la plupart des plantes grimpantes, ne s'enroulent jamais suivant une seule direction lorsqu'elles tiennent à des supports fixes. Elles forment toujours, dans ce cas, une suite d'hélices alternativement dextrorses et sinistrorses, tandis que celles dont l'extrémité est libre s'enroulent dans un seul sens.

Dans l'un et l'autre cas, celle de leurs faces qui était primitivement inférieure, se trouve toujours, plus tard, tournée en dedans des hélices. En d'autres termes, toute vrille, qu'elle soit libre ou fixée, s'enroule invariablement autour de sa face inférieure. En ce qui concerne les vril-

[1] The mouvements and habits of climbing plants, 2e édition, traduite par M. le Dr R. Gordon.

les de cucurbitacées, cela résulte nécessairement de leur structure. Si l'on examine, en effet, la section transversale de leur partie basilaire, qui reste droite, on y aperçoit un cercle complet de faisceaux symétriquement répartis en tous sens, tandis que, plus haut, la section transversale présente un arc fibro-vasculaire ouvert du côté de la face supérieure. Ainsi dans la partie destinée à s'enrouler les tissus les plus rigides se trouvent rassemblés vers la face inférieure. De là, sans doute, provient le rôle passif qu'elle joue par rapport à l'autre face qui est plus turgescente et dont l'accroissement dure plus longtemps.

L'enroulement résulte de ce qu'à partir d'un certain moment la face inférieure s'allonge moins que l'autre, ce qui la rend nécessairement concave [1]. C'est là un fait depuis longtemps établi par les savantes recherches de M. H. de Vries, qui a mesuré directement cette différence d'allongement.

Il est aussi à présumer que les deux bords de la face supérieure s'accroissent eux-mêmes inégalement, car, sans cela, les vrilles libres s'enrouleraient simplement sur elles-mêmes, au lieu de former des hélices.

Quant aux brusques changements du sens d'enroulement qu'offrent les vrilles fixées, rien dans la structure ou le développement de ces organes ne saurait les expliquer. On est donc conduit à les attribuer à des causes purement mécaniques, ainsi que M. Darwin l'a suggéré le premier [2]. Une vrille dont les deux extrémités sont fixées ne pourrait, en effet, s'enrouler d'un bout à l'autre dans une direction uniforme sans que ses tissus ne subissent, en

[1] Hugo de Vries, Arbeiten des Bot. Instituts in Wurzburg, Heft 3, p. 331 et suivantes.

[2] Climbing plants, p. 166.

même temps, une torsion correspondante qui les romprait. Or cette torsion se trouve complétement évitée si l'enroulement a lieu, à la fois, dans deux directions opposées. Il y a là une nécessité purement mécanique dont on peut se rendre compte de la manière suivante.

Soit un ruban dont les deux extrémités sont attachées à des supports fixes et supposons qu'il s'agisse de l'enrouler autour d'une baguette en appliquant toujours une même de ses faces sur celle-ci. On peut évidemment s'y prendre de deux manières, ou bien en enroulant le ruban dans une seule direction à partir de l'une de ces extrémités, ou bien en lui faisant décrire à la fois deux hélices inverses l'une de l'autre qui se rejoignent au milieu de la baguette.

Dans le premier cas (fig. 1), la portion non enroulée se tord sur elle-même en sens inverse de l'autre, et de manière à tourner en dehors précisément celle de ses faces que l'on cherche à appliquer sur la baguette. Il en résulte que l'enroulement devient de plus en plus difficile vu la nécessité où l'on est de détordre le ruban au fur et à mesure. Cette torsion provient uniquement de ce que les deux extrémités du ruban sont fixées. Elle cesse, en effet, dès que l'on permet à l'une d'elles de tourner librement autour de l'axe d'enroulement.

Au contraire, dans le second cas (fig. 2), le ruban s'applique tout entier sur la baguette sans éprouver la moindre torsion, En réalité cela résulte de ce que son milieu tourne alors librement autour de l'axe comme feraient des extrémités libres de deux rubans distincts.

Il est évident que ce second cas sera seul possible lorsqu'il s'agira, non plus d'un ruban susceptible d'être courbé indifféremment en tous sens, mais d'un corps as-

sujetti, par sa structure, à ne s'enrouler qu'autour d'une seule de ses faces. Un corps de cette nature formera donc nécessairement deux hélices inverses toutes les fois qu'il s'enroulera sans que l'une, au moins, de ses extrémités puisse tourner sur elle-même. C'est justement ce qui est réalisé dans l'expérience suivante proposée par M. Sachs pour rendre compte de l'enroulement des vrilles fixées [1].

On colle l'une sur l'autre deux lanières de caoutchouc, après avoir préalablement étiré l'une d'elles. Abandonnée à elle-même, cette sorte de vrille artificielle s'enroule en spirale autour de la lanière étirée qui se contracte. Mais elle forme deux hélices contraires lorsqu'on la laisse se contracter en tenant ses deux extrémités pendant qu'on les rapproche l'une de l'autre.

C'est précisément ce qui a lieu pour les vrilles fixées aux deux bouts, avec cette seule différence que, chez ces dernières, la contraction est remplacée par une inégalité d'allongement des deux faces opposées. Il paraît donc fort naturel d'attribuer à la même cause mécanique les inversions du sens d'enroulement qui se produisent dans ces deux cas. Néanmoins, en y regardant de près, cette conclusion n'est pas tout à fait évidente et cela pour les motifs suivants.

En premier lieu, le système des deux lanières constitue un corps que l'on sait être susceptible de se recourber indifféremment dans deux directions opposées, tandis que les vrilles de Bryonia dioica, lorsqu'elles sont libres, s'enroulent invariablement de gauche à droite [2]. On ne voit vraiment pas, de prime abord, ce qui, dans le cas où des

[1] Lehrbuch, n° 771.

[1] Le sens des hélices est indiqué ici selon la règle de Linné (Phil. bot.), en se supposant au milieu de la courbe et regardant devant soi.

vrilles sont fixées, peut rendre possible l'enroulement dans une direction autre que celle qu'elles suivent naturellement.

Une seconde difficulté résulte de ce que les vrilles libres ne possèdent jamais la même vigueur que les autres. Elles forment des hélices à faible courbure composées d'un beaucoup moins grand nombre de pas que celles des vrilles fixées aux deux bouts.

Ces vrilles, sans utilité pour la plante qui les porte, paraissent être dans un état anormal, en quelque sorte maladif, auquel on pourrait être tenté d'attribuer leur mode d'enroulement.

Il m'a semblé qu'il y aurait quelque intérêt à étudier en détail la manière dont les changements de sens se produisent afin d'acquérir la certitude qu'ils n'ont réellement d'autre cause que les conditions mécaniques auxquelles on est convenu de les attribuer. On verra que les résultats de mes recherches confirment, d'ailleurs, pleinement cette manière de voir, tout en montrant que la question n'est pas aussi simple qu'elle le paraît.

Mon premier soin a été de m'assurer que toutes les vrilles d'une même plante ont la faculté de s'enrouler dans un sens uniforme lorsque leurs extrémités n'éprouvent aucune gêne. Dans ce but, j'ai recherché ce qui se passe si on leur donne pour supports des fils librement suspendus dont la torsion n'offre aucune résistance. J'ai fait usage, pour cela, de fils de coton à coudre. Il suffit d'engager l'extrémité d'une vrille dans une boucle terminant le fil auquel on veut la fixer pour qu'elle le saisisse promptement en se recourbant sur elle-même, en vertu de la grande irritabilité dont elle est douée.

Dès qu'une vrille s'est ainsi fixée, on ne tarde pas à

lui voir former une courbe sinueuse à double courbure dans laquelle on distingue, presque d'emblée, les deux premiers pas d'une hélice. La courbure s'accentue ensuite de plus en plus en chaque point de cette hélice dont le nombre des pas augmente graduellement. Or on constate qu'elle est toujours de même sens d'un bout à l'autre.

Un moyen fort simple permet, d'ailleurs, de suivre, pas à pas, les phases successives de cette transformation. Il consiste à observer les déplacements relatifs de points de repère marqués à l'encre, en ligne droite, le long d'une vrille en train de s'enrouler. Ces points se trouvent bientôt disposés en une hélice de même sens que celle formée par la vrille, et on constate que leurs déplacements relatifs vont en augmentant de la base au sommet où la rapidité de l'enroulement atteint son maximum. Cela tient à ce que chaque segment qui se recourbe entraîne celui qui lui est superposé en sorte que tous les déplacements partiels s'ajoutent les uns aux autres d'un bout à l'autre de l'organe. Chacun des points de repère tourne donc autour de l'axe de l'hélice avec une vitesse d'autant plus grande que le point considéré se trouve plus près du sommet de la vrille. Mais cette vitesse est, d'ailleurs, très-variable. La rotation des vrilles autour de leur axe d'enroulement subit même souvent des temps d'arrêt après lesquels on la voit recommencer sans cause apparente, ce qui donne à penser qu'elle dépend de la circulation des liquides dans la plante elle-même plutôt que des influences extérieures. Enfin, il ne faut pas confondre le mouvement dont il s'agit ici avec la nutation des vrilles libres qui cesse dès qu'elles se fixent.

Non-seulement toutes les vrilles suspendues par des

fils flexibles s'enroulent invariablement dans une seule direction, mais elles possèdent, en outre, la même rigidité, le même degré de courbure, toute l'apparence enfin, de celles qui ont saisi des supports fixes.

Il est donc bien établi que toutes les vrilles d'une même plante peuvent s'enrouler sans changement de sens, pourvu que leur rotation s'accomplisse librement.

Ce résultat est tout à fait indépendant de l'angle que les vrilles ainsi suspendues font avec la verticale, pourvu, cependant, que leur longueur et leur poids ne soient pas trop considérables. Par exemple celles de la Bryone dont la longueur ne surpasse guère 20 centimètres s'enroulent toujours de gauche à droite, sans aucun changement de sens, même lorsqu'elles se trouvent dans une position horizontale. Par contre, celles d'une autre Cucurbitacée, le Cyclanthera explodens, beaucoup plus longues et moins rigides, s'enroulent en hélices multiples lorsqu'on n'a pas soin de les suspendre verticalement. Cela résulte de ce que la rotation de leur extrémité est alors contrariée par leur propre poids ou par les chocs accidentels auxquels ces vrilles fort longues offrent plus de prise que celles de la Bryone.

Le fait que toutes les vrilles de la Bryone, lorsqu'elles sont libres, s'enroulent de gauche à droite ne dépend nullement de leur structure anatomique. Leurs tissus sont disposés symétriquement de part et d'autre du plan médian passant par leur axe et par le rameau qui les porte. Il n'existe, comme on voit, à priori, aucune raison pour qu'elles s'enroulent dans un sens plutôt que dans l'autre. Aussi me semble-t-il plausible d'attribuer la constance de leur direction d'enroulement à une influence exercée par la plante qui les porte. On verra tout à l'heure que l'ob-

servation des vrilles détachées confirme pleinement cette supposition.

Comme ces organes conservent toute leur vitalité longtemps après qu'on les a coupés, rien n'est plus facile que de les étudier dans les circonstances les plus variées. Il suffit qu'une vrille coupée plonge dans l'eau par sa base pour qu'elle continue de s'accroître et finisse même par s'enrouler, absolument comme si elle tenait encore à la plante.

Le tableau suivant donnera une idée de l'énergie de cet accroissement. Les chiffres de la première colonne indiquent les longueurs, en centimètres, de six vrilles de Bryone, mesurées au moment où elles venaient d'être coupées. Dans la seconde colonne se trouvent les longueurs de ces mêmes vrilles vingt-quatre heures plus tard.

Longueurs primitives.	*Longueurs après 24 heures.*
cent.	cent.
13	15,5
15,2	17
17	19,5
17,55	18,1
18,7	21,2
19,2	21

Le poids de ces vrilles isolées augmente en même temps qu'elles s'allongent, ainsi que je l'ai constaté, nombre de fois, en les pesant avant et après leur allongement, en ayant bien soin de les essuyer avec du papier buvard avant la seconde pesée, de manière à enlever toute l'eau qui pouvait adhérer à leur surface.

Un autre fait mérite encore d'être mentionné. Il consiste en ce que des fragments de vrille s'allongent aussi

d'une manière tout à fait remarquable lorsqu'on les fait flotter dans l'eau. C'est ce que montrent les chiffres suivants relatifs à une vrille longue de $16^c,4$ coupée en huit parties. Les 7 premiers fragments, comptés à partir du sommet, avaient à l'origine la même longueur de 2 cent. Le dernier, formé presque uniquement par la partie basilaire non susceptible d'enroulement, était seul un peu plus long ($2^c,4$).

Longueur des fragments avant leur immersion . .	2^c	2^c	2^c	2^c	2^c	2^c	2^c	2^c4
Longueur des mêmes fragments 24 heures plus tard . . .	2,5	2,6	2,4	2,4	2,3	2,2	2,1	2,4

Bien que les accroissements indiqués dans ce tableau soient considérables, ils sont cependant inférieurs à la réalité. Les fragments ainsi immergés ne tardent pas, en effet, à s'enrouler en hélice et il n'est pas toujours facile de les redresser complétement pour les mesurer avec précision. J'ai fait un grand nombre de déterminations de cette nature en coupant toujours les vrilles de la même manière en huit fragments et les résultats obtenus sont des plus concordants. Ils prouvent que l'allongement des diverses parties d'une même vrille décroît assez régulièrement du sommet vers la base, ou, en d'autres termes, il augmente du point d'insertion de la vrille à son sommet.

J'en viens maintenant à celles de mes observations qui se rapportent à l'enroulement des vrilles isolées. La disposition à laquelle j'ai eu recours pour cette étude, consistait simplement à suspendre chaque vrille au-dessus d'un verre d'eau dans lequel sa base plongeait tantôt directement, tantôt au travers d'un disque en papier qui la rendait immobile.

Le mode de suspension variait aussi dans ces expériences. Pour certaines vrilles j'employais des fils tendus horizontalement entre deux supports fixes, tandis que je faisais pendre les autres par leur sommet à l'extrémité inférieure de fils verticaux librement suspendus. Dans le premier cas, le sommet de la vrille qui avait saisi le fil, était fixée, tandis qu'elle se trouvait libre dans le second.

En combinant entre eux ces divers modes d'immersion et de suspension, je pouvais observer les phases successives de l'enroulement dans les quatre conditions suivantes :

A. Les vrilles étant libres aux deux bouts;
B. Libres au sommet et fixées par la base;
C. Libres à la base et fixées au sommet;
D. Fixées par les deux extrémités.

Or, un très-grand nombre d'observations de ce genre faites avec des vrilles de Bryone m'ont donné les résultats suivants :

1° Toutes les vrilles isolées, entièrement libres ou fixées par une seule de leurs extrémités s'enroulent suivant une direction uniforme dans toute leur longueur.

2° Toutes celles dont les deux extrémités sont fixées produisent au moins deux hélices de sens contraires.

3° Les vrilles libres aux deux bouts s'enroulent le plus souvent de gauche à droite comme le font celles qui n'ont pas été séparées de la plante. Cependant il arrive aussi quelquefois qu'elles s'enroulent uniformément de droite à gauche, c'est-à-dire en sens inverse des vrilles tenant à la plante.

4° Les vrilles isolées qui ne sont libres que par une seule de leurs extrémités, surtout si c'est leur sommet

qui est fixé, s'enroulent, tout entières, presque aussi souvent dans un sens que dans l'autre.

Ces faits montrent qu'il n'y a rien dans la nature des vrilles qui s'oppose à ce qu'elles s'enroulent dans deux sens opposés. Il suffit, pour cela, qu'elles aient été soustraites à l'influence de la plante. Au point de vue mécanique, les vrilles isolées sont par conséquent tout à fait comparables aux lanières élastiques dont il a été question précédemment. Leurs changements de sens, lorsqu'elles sont fixées par deux bouts, doivent donc s'expliquer par les mêmes causes que celles qui les produisent pendant l'enroulement de ces lanières.

Quant aux vrilles non isolées, elles sont, il est vrai, soumises à une influence qui tend à les enrouler dans un sens déterminé. Mais lorsque leurs deux extrémités sont fixées, il est à présumer que cette influence, sans doute très-faible, se trouve promptement annulée par les résistances qui s'opposent à l'enroulement dans un sens unique. Dès que cette influence prédisposante est annulée, l'enroulement devient possible dans les deux sens opposés comme si les vrilles étaient isolées.

L'observation montre, d'ailleurs, qu'il suffit pour cela de la moindre gêne, même temporaire, apportée à la libre rotation des vrilles.

C'est ainsi qu'une vrille libre aux deux bouts et placée verticalement dans un tube de verre poli dont elle touche légèrement les parois en quelques points ne s'enroule déjà plus dans un seul sens. La même chose a souvent lieu lorsqu'une vrille plongeant tout entière dans l'eau se trouve momentanément en contact avec les parois du vase dans lequel elle flotte. Enfin, les vrilles qui ont saisi les feuilles les plus souples ou même de simples brins

d'herbe produisent toujours des hélices contraires. Elles n'éprouvent, pourtant, dans ce cas d'autre résistance que celle qui résulte des faibles tensions de tissus qui tendent à imprimer une direction déterminée à ces supports mobiles.

Voici maintenant de quelle manière s'accomplit l'enroulement des vrilles fixées.

Lorsqu'une vrille de Bryone, isolée ou non, est fixée par ses deux extrémités, sa partie supérieure prend très-vite, comme celle des vrilles libres, la forme d'une courbe sinueuse à double courbure. Mais cette courbe est alors composée de deux segments dirigés en sens contraires. Elle rappelle ainsi tout à fait celle du ruban que l'on enroule simultanément dans les deux sens opposés (fig. 2, 3). Ensuite la courbure augmente graduellement dans chacun des segments qui se transforment peu à peu en deux hélices dont la plus voisine du sommet tourne de gauche à droite (fig. 4).

La courbe sinueuse primitive s'étend très-souvent, d'emblée, à des vrilles tout entières qui, dans ce cas, ne produit jamais que deux seules hélices de sens contraire.

Mais, le plus ordinairement, la partie inférieure des vrilles ne commence à s'enrouler que plus ou moins longtemps après leur partie supérieure. Il peut alors se faire que cet enroulement tardif ait lieu pendant une phase d'immobilité des hélices déjà formées, ou même après que ces dernières ont acquis leur courbure et leur rigidité définitive. La partie inférieure se trouve alors fixée par ses deux extrémités et obligée de former à la fois deux hélices. Les directions contraires de celles-ci se succèdent naturellement dans le même ordre que celles des hélices déjà formées, puisque les conditions tenant à l'in-

fluence exercée par la plante et par les résistances à la torsion sont les mêmes dans toute la longueur de la vrille. De là résulte l'alternance régulière des hélices successives.

D'après ce qui précède, il semble que les hélices formées par une même vrille devraient toujours être en nombre pair. C'est en effet ce qui a lieu le plus souvent. Cependant, le cas contraire se rencontre aussi quelquefois. Il résulte, sans doute, de ce que la partie inférieure d'une vrille peut commencer à s'enrouler avant que l'hélice qui en est la plus voisine soit devenue tout à fait immobile. Mais je ne hasarde cette explication qu'à titre de simple hypothèse, n'ayant pas encore suffisamment étudié les divers cas, d'ailleurs compliqués, qui se présentent pendant l'enroulement des vrilles non isolées.

EXPLICATION DES FIGURES

1. Ruban dont les deux extrémités sont fixées au moyen de boucles et que l'on enroule dans une seule direction autour d'une baguette.
2. Le même ruban enroulé à la fois dans deux directions opposées.
3. Vrille fixée aux deux bouts et commençant à s'enrouler.
4. La même vrille observée quelques heures plus tard.

QUELQUES REMARQUES

SUR

L'ORIGINE DE L'ALLUVION ANCIENNE

PAR

M. Ernest FAVRE

(Planche II.)

L'alluvion ancienne ou alluvion préglaciaire s'étend autour des Alpes en une nappe presque continue sur laquelle repose le terrain glaciaire. Elle a été reconnue dans une grande partie de la Suisse, en Souabe, en Bavière, en France et en Italie, mais on n'a pu s'accorder encore sur l'origine de ce terrain, question qui est cependant d'une haute importance, car elle est intimement liée, sur le pourtour de nos Alpes du moins, à l'existence des bassins lacustres.

Quelques observations ont paru prouver que cette alluvion s'est formée longtemps avant l'arrivée des anciens glaciers : On a remarqué [1] qu'elle est déposée à des niveaux très-divers dans l'intérieur d'une même vallée. Dans celle du Rhône, elle se trouve soit au bord même du fleuve, soit sur les hauts plateaux qui dominent le lac; dans le nord de la Suisse, elle constitue le sommet de l'Utliberg à 873^{m}, tandis que sur d'autres points dans

[1] Alphonse Favre, *Bull. Soc. géol. de France*, 1875, III, p. 658.

les vallées de la Reuss et de la Limmat, elle est à des hauteurs inférieures à celle-ci de 200m et 300m.

Ce fait ne paraît pas avoir une grande importance au point de vue qui nous occupe ; car, s'il est généralement admis que notre pays avait pendant la période glaciaire son relief actuel, il n'est pas moins incontestable que ce relief existait déjà à l'époque de la formation de l'alluvion ancienne; il n'y a donc pas eu de mouvements locaux du sol entre ces deux époques, et c'est par d'autres causes qu'il faut chercher à s'expliquer le dépôt général de cette alluvion à des niveaux différents sur divers points des mêmes vallées.

On a constaté dans quelques localités, près de Chatel dans les environs de Rolle sur la rive nord du lac Léman[1], dans le bas de la vallée de la Kander[2] (Oberland bernois) et dans la Bavière[3], que cette alluvion a été polie et striée par le glacier. Il faut donc qu'elle ait été cimentée et consolidée avant l'arrivée de celui-ci; or cette cimentation produite uniquement par des infiltrations n'a pu être qu'excessivement lente. Toutefois ces faits d'une haute importance, ne sont pas assez nombreux pour qu'on en puisse tirer une conclusion générale et peuvent être attribués à des causes locales.

Enfin on a dit aussi que l'alluvion ancienne forme quelquefois des escarpements au sommet et à la base desquels on trouve le terrain glaciaire, preuve qu'avant le dépôt de ce terrain, elle a été soumise à des érosions. Mais cette observation aurait besoin d'être précisée et

[1] Blanchet, *Du terrain erratique alluvien*, p. 5.

[2] Morlot, *Mittheil. naturf. Ges.*, Bern, 1855, p. 78.

[3] Zittel, *Ueber Gletscher-Erscheinungen in der bayer. Hochebene*, 1874, p. 265, 279.

ne peut servir d'argument décisif en faveur de l'hypothèse que l'alluvion préglaciaire aurait été déposée au loin en aval des glaciers et longtemps avant leur arrivée. Comment d'ailleurs, dans cette supposition, aurait-elle pu traverser les bassins lacustres sans les combler? Comment les cailloux de roches du Valais, qui se trouvent au Bois de la Bâtie, par exemple, auraient-ils franchi la dépression profonde de 330m du lac Léman? Les partisans de la théorie de l'affouillement supposent que le lac a été rempli par l'alluvion, puis déblayé par le glacier; mais de nombreuses observations témoignent que les glaciers n'ont pas une semblable force d'érosion et qu'ils ont passé sur beaucoup de terrains meubles sans les enlever. C'est ainsi qu'ils ont laissé intact le dépôt d'argiles et de lignites interglaciaires de Wetzikon qui n'offrait cependant qu'une bien faible résistance.

D'autres faits dont je vais rendre compte prouvent au contraire que le dépôt de l'alluvion ancienne était en rapport étroit avec la progression des glaciers :

La structure géologique de la colline de la Bâtie, située près de Genève, au confluent de l'Arve et du Rhône, sur la rive gauche de ce fleuve, donne une des meilleures coupes géologiques des terrains quaternaires qu'on puisse observer dans nos environs. Prise au confluent même des deux cours d'eaux, elle est constituée par la série suivante[1] :

1° Argile et marne à lignites. Ce terrain, qui a disparu aujourd'hui par suite de travaux entrepris sur ce point, est contemporain des argiles de la Boisse près de Chambéry et des lignites de Sonnaz.

2° Alluvion ancienne, formée en majorité de cailloux

[1] Voyez A. Favre, *Recherches géologiques*, etc. 1867, I, p. 88.

alpins, arrondis, de grosseur variée, en lits horizontaux, plus ou moins cimentés et alternant avec des lentilles allongées de sables. A quelques kilomètres plus en aval sur la rive droite du fleuve, près de Vernier, elle repose directement sur la mollasse sans intercalation des argiles inférieures.

3° Argile glaciaire bleue, à cailloux striés formant le plateau, recouverte plus au sud par l'alluvion des terrasses ou alluvion post-glaciaire.

Un nouveau chemin, tracé en 1875 dans les berges escarpées et presque inaccessibles qui dominent le Rhône sur sa rive gauche un peu en aval de la jonction, a mis à découvert une coupe différente de la précédente (Pl. II. fig. 1 et 2) que la Société géologique de France a pu observer lors de la session extraordinaire de Genève[1].

L'escarpement qui domine le fleuve est formé à la base des bancs compactes de sable et de cailloux de l'alluvion ancienne (A_1) qu'on traverse sur une épaisseur de 15^m environ ; ils sont fortement cimentés et changés en béton. Près du premier contour du chemin, on arrive à une argile rousse (*a*) de $0^m,60$ d'épaisseur qui contient des cailloux striés et qui est surmontée d'une argile bleue (*b*) qui en renferme aussi ; c'est un dépôt glaciaire bien caractérisé (Gl_1) de 4^m d'épaisseur en ce point et tout à fait semblable à celui du plateau. Le chemin fait ici le tour d'un monticule (*m*) dont la base est formée de ces deux couches et dont la partie supérieure présente de nouveau une argile rousse (*a'*) semblable à la précédente, puis un lit de gros cailloux (*c*) plus ou moins anguleux, non striés, appartenant à l'alluvion ancienne et surmonté

[1] Voyez le compte rendu fait par M. Lory, *Bull. Soc. géol.*, 1875, III, p. 723.

des couches normales de cette alluvion. Cette coupe se voit aussi dans l'escarpement qui domine le chemin. Celui-ci monte obliquement pendant 70^{m} dans l'argile bleue dont l'épaisseur va en diminuant et qui finit en pointe entre les deux bancs d'argile rousse (fig. 3, *a* et *a'*) qui se réunissent et se terminent de la même manière en conservant jusqu'à leur extrémité de nombreux cailloux striés.

Au delà, l'alluvion recommence (fig. 3, *e*), mêlée de sable et d'argile, dépourvue de cailloux striés et recouverte par le banc de gros cailloux que l'on reconnaît distinctement sur toute la surface de la zone glaciaire. Le chemin se prolonge encore sur une longueur de 80^{m} dans l'alluvion ancienne (A_2) et arrive enfin dans la nappe de terrain glaciaire (Gl_2) qui forme le sommet du Bois de la Bâtie et du plateau de St.-Georges.

Au delà du premier contour, le banc supérieur de l'alluvion se termine brusquement et l'on ne voit plus qu'une seule et grande masse glaciaire (Gl) qui repose sur le banc inférieur.

Cette alluvion ne présente pas une structure régulière. On ne peut suivre les mêmes bancs sur une grande étendue; on y trouve beaucoup de lentilles allongées de sable et même d'argile et elle porte à un haut degré le cachet de la structure torrentielle; nous ne sommes donc pas ici, comme le pense M. Tardy [1], en présence d'un dépôt d'une rivière à cours régulier et à pente uniformément permanente. Il suffit du reste pour s'en convaincre de voir les dessins si nets qui en ont été donnés par Necker [2]. La zone supérieure est formée exactement des

[1] *Bull. Soc. géol. de France*, 1876, IV, 181.
[2] *Études géolog. dans les Alpes*, 1841, I, pl. 1, f. 1.

mêmes éléments que la zone sous-jacente, mais elle est beaucoup moins fortement cimentée et plus mêlée d'argile ; dans les bancs les plus élevés, cet élément y devient par place tellement prédominant que l'absence de cailloux striés permet seule de fixer la limite entre elle et le terrain glaciaire.

Toute cette coupe est parfaitement normale, sans trace d'éboulement ni de glissement. Elle montre nettement que la première zone glaciaire est un coin, une languette de ce terrain, de 4^m d'épaisseur à son origine et de 70^m de longueur, unie à la grande nappe glaciaire et pénétrant au milieu de l'alluvion.

Ce fait ne peut s'expliquer que par une oscillation du glacier ; après avoir recouvert la nappe inférieure, il a dû se retirer; les eaux ont enlevé la boue glaciaire, sauf la languette qui est restée le seul témoin de ce mouvement, puis elles ont déposé le banc de gros cailloux et l'alluvion supérieure, que le glacier, dans un nouveau mouvement de progression, a recouvert de la grande nappe d'argile.

On peut observer dans les environs de Genève, à la gravière de Mategnin, un autre fait du même genre qui a été signalé par M. Alphonse Favre et que j'ai eu ensuite l'occasion de vérifier (fig. 4).

L'argile glaciaire (Gl_2) recouverte de terre végétale (*t*) y surmonte un dépôt d'alluvion ancienne (A) où l'on a trouvé des ossements de mammifères et de batraciens appartenant à des espèces qui vivent encore aujourd'hui dans le pays [1].

Ce dépôt, dont on ne connaît pas l'épaisseur, est ex-

[1] Pictet, Mémoire sur des ossements trouvés dans les graviers stratifiés des environs de Mategnin. *Mém. Soc. de Physique de Genève*, 1846, XI, p. 85.

ploité en carrière sur environ 4 mètres de hauteur; la roche est plus ou moins compacte, souvent changée en béton et se laisse tailler en escarpements verticaux; elle est si fortement cimentée par places qu'il faut employer la mine pour l'entamer; les cailloux sont de grosseur moyenne et mêlés à de petits bancs de sable qui présentent souvent la structure torrentielle. Au fond d'une partie de la carrière, on voit une couche d'argile (Gl_1) sableuse, grise et bleue, dans laquelle presque tous les cailloux sont striés. Elle recouvre encore une masse considérable d'alluvion, ainsi que le prouvent de profondes excavations faites à quelques mètres de distance. De plus, dans toute l'épaisseur de graviers mise à découvert, on trouve isolés, au milieu des cailloux roulés, des cailloux parfaitement striés et dont les stries sont très-bien conservées [1].

Une autre preuve plus générale que le dépôt de cette alluvion a dû se faire près de l'extrémité même du glacier, n'existe-t-elle pas dans l'étendue qu'elle recouvre et dans les hauteurs si variées auxquelles elle a été déposée? Des nappes aussi vastes, dont les éléments sont des

[1] M. A. Favre, qui a donné une coupe de cette gravière (*Mém. Soc. Phys.*, 1846, p. 86) à une époque où les terrains quaternaires de notre bassin étaient bien moins connus qu'ils le sont aujourd'hui grâce à ses recherches, a signalé alors les deux dépôts d'argile glaciaire, et trouvait dans la présence du dépôt inférieur, ainsi que dans la grande hauteur de l'alluvion au-dessus de la vallée, un motif suffisant pour distinguer celle-ci de l'alluvion ancienne.

« Le gravier à ossements, dit-il, repose donc sur une terre argileuse contenant des cailloux striés. C'est, comme je l'ai dit ailleurs, un des principaux caractères du terrain diluvien cataclystique. » Toutefois la forte cimentation de cette alluvion, et le fait qu'elle est recouverte d'une vaste nappe glaciaire ne laissent pas de doute qu'elle doive être rangée dans l'alluvion ancienne, qui s'est déposée, nous le savons aujourd'hui, à des hauteurs très-variées.

grosseurs les plus diverses, depuis de très-gros cailloux jusqu'à du sable fin, et qui conservent ce caractère quel que soit l'intervalle qui les sépare du pied des montagnes, ne peuvent tirer leur origine d'une grande distance. Le point d'où partaient les cailloux, entraînés par les cours d'eau, doit toujours avoir été à une distance égale de celui où ces éléments se déposaient. Si elle avait été considérable, les torrents sortant des glaciers auraient bientôt abandonné les plus gros et n'auraient entraîné plus loin que les sables et les argiles.

C'est ainsi que se sont faits, à l'issue des vallées alpines, les dépôts de nagelfluh dont les énormes accumulations excitent notre étonnement. Les éléments de grosseur très-variée qui la constituent sont restés au pied même des montagnes, tandis que les eaux entraînaient plus loin les particules plus fines qui ont formé la mollasse de la plaine. On ne remarque pas dans ces dépôts la structure torrentielle si commune dans ceux de l'alluvion ancienne.

Il paraît donc nécessaire d'admettre que les glaciers n'étaient pas très-éloignés des localités où se faisaient les atterrissements, et comme ils recouvraient un sol très-inégal, nous trouvons dans ce fait une explication naturelle des hauteurs si variées auxquelles l'alluvion a été déposée. Aucune accumulation de glace et de neige limitée au Valais, n'aurait pu suffire à alimenter, dans le bassin du Léman, un courant qui aurait déposé en même temps les alluvions des bords du Rhône et celles qui s'étendent par-dessus de la dépression du lac, des bords de la Dranse aux plateaux du pied du Jura jusqu'à plus de 300 mètres au-dessus du niveau du lac, et, dans cette

hypothèse, celui-ci aurait été infailliblement comblé. Il en est de même pour tous les autres bassins de la Suisse.

Si nous admettons, au contraire, que le glacier était peu éloigné du dépôt d'alluvion, nous comprenons alors comment les eaux qui sortaient de ses diverses parties et qui parcouraient les plateaux et toutes les dénivellations du sol, formaient leurs dépôts torrentiels aux hauteurs les plus diverses.

Citons enfin, comme dernière preuve, que l'alluvion ancienne ne se laisse reconnaître que sous le terrain glaciaire et ne s'étend, en grandes nappes du moins, que bien peu au delà des limites de ce terrain. Lorsque le glacier a cessé de progresser, l'extension de ce dépôt s'est aussi arrêtée; l'on ne trouve plus, au delà de cette limite, que des graviers puissants, il est vrai, déposés par de grands cours d'eaux, mais limités au fond des vallées, et des sables et des limons, qui recouvrent partiellement les plateaux, et qui sont, par rapport à l'alluvion ancienne, ce que la mollasse est pour la nagelfluh.

Si ces considérations sont justes, le transport de l'alluvion au delà des lacs s'explique par le fait que ceux-ci auraient été rapidement comblés par la glace et préservés par elle. Sans doute, cette explication est loin d'être satisfaisante, mais elle paraît la plus plausible, et ce n'est que reculer la difficulté de conclure de la coupe de la Bâtie, comme le fait M. Tardy [1], que les roches alpines ont dû traverser les lacs, transportées par un glacier antérieur à l'alluvion ancienne. Le fait est possible, mais il n'en existe encore aucune preuve positive.

On doit donc conclure des faits que je viens d'exposer que le dépôt de cette alluvion a été en rapport intime et

[1] *Bull. Soc. géol. de France*, 1876, IV, p. 182.

immédiat avec le développement des glaciers, et l'on peut revenir à l'hypothèse de M. A. Favre qui la comparait, en tenant compte des proportions si différentes de ces formations, « aux plaines caillouteuses qui se voient de nos jours en aval de beaucoup de nos glaciers alpins [1]. »

Les quelques observations citées plus haut ne peuvent pas servir de preuve de l'existence de deux périodes glaciaires et se lient seulement à des oscillations de l'extrémité du glacier dans l'intérieur d'une seule et même période, oscillations qui ont été constatées par diverses observations sur un grand nombre de points du pourtour du massif alpin.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Fig. 1. Coupe du Bois de la Bâtie, prise un peu en aval du confluent de l'Arve et du Rhône.
Fig. 2. Section transversale de la fig. 1 au point x.
Fig. 3. Section grandie prise au point y de la fig. 1.
Fig. 4. Coupe de la gravière de Mategnin.

A Alluvion ancienne, A_1 nappe inférieure, A_2 nappe supérieure, *c* banc de gros cailloux, *e* couche d'argile et de sable mêlée de cailloux non striés. *Gl* terrain glaciaire, Gl_1 nappe inférieure, Gl_2 nappe supérieure, a, a^1 glaise rousse, *b* glaise bleue, *Eb. gl.* Eboulis glaciaires.

[1] *Recherches géologiques*, 1867, I, p. 95.

TRAITÉ D'ÉLECTRICITÉ STATIQUE

Par M. E. MASCART[1]

Professeur de physique au Collége de France.

Sous ce titre la librairie Masson a mis récemment en vente un ouvrage sur lequel nous ne pensons pas avoir à attirer l'attention du public scientifique, lequel n'a pas laissé que d'accueillir avec empressement et reconnaissance le monument que le savant professeur a bien voulu lui élever, et n'a pas tardé à y voir une de ces œuvres de fond qui sont à la base de toute bibliothèque scientifique comme les beaux traités des de la Rive, des Riess et des Wiedemann. Nous tenons néanmoins à accorder à cette importante publication une mention toute spéciale dans les *Archives* et à faire voir en quelques mots le plan qui y a présidé et le but que l'auteur s'est proposé.

Le point de départ du livre que M. Mascart vient de nous offrir est, si nous ne nous trompons, un cours professé au Collége de France. Il ne s'agit pas d'un ouvrage didactique ordinaire, ni d'une simple compilation plus ou moins aride de faits et d'expériences. Nous avons affaire au contraire à un exposé clair, complet, méthodique du développement auquel est parvenue l'étude de l'électricité statique, exposé dans lequel la description des méthodes expérimentales et l'énoncé des lois auxquelles elles ont conduit marche de front avec les théories mathématiques qui en sont le complément indis-

[1] *Traité d'électricité statique*, par M. E. Mascart. 2 vol. in-8, avec 298 figures intercalées dans le texte, Paris, 1876, chez G. Masson, libraire-éditeur.

pensable. De plus M. Mascart ne s'en est pas tenu à la définition stricte de ce que nous appelons communément l'électricité statique. En vue précisément de faire mieux comprendre l'esprit de cette branche de la science, il a cru devoir sortir des limites un peu étroites qu'on lui assigne et empiéter en divers points sur le domaine de l'électricité dynamique. Nous ne croyons pouvoir mieux faire du reste que de reproduire ici la préface fort intéressante dans laquelle l'auteur expose brièvement le point de vue auquel il a envisagé son sujet :

« Je dois au lecteur, dit-il, quelques explications sur la nature des matières qui sont traitées dans cet ouvrage et sur le choix du titre auquel je me suis arrêté. Si l'on s'en tenait à la signification rigoureuse des termes, un Traité d'électricité statique ne devrait comprendre que les conditions d'équilibre des corps électrisés, ou, plus généralement, l'étude des phénomènes dans lesquels l'agent électrique ne donne lieu à aucun travail ni à aucun effet calorifique équivalent, et se réduirait aux conséquences mathématiques de la loi de Coulomb. Le cadre que je me suis proposé de remplir est beaucoup moins restreint et, pour mieux préciser le caractère des questions qu'il renferme, il est nécessaire d'examiner rapidement la manière dont s'est développée la science de l'électricité.

Cette science est toute moderne ; malgré quelques faits connus des anciens, son origine est réellement marquée au commencement du XVIIme siècle par les travaux de Gilbert. A partir de ce moment, les découvertes se succèdent très-rapidement, mais restent longtemps sans aucun lien méthodique. L'ordre s'établit peu à peu pendant le XVIIIme siècle : les idées générales apparaissent, permettant de mieux interpréter les anciennes expériences et en provoquant de nouvelles. C'est ainsi qu'on découvre successivement la conductibilité électrique, les deux manières d'électriser les corps, la

production simultanée des deux électricités, la condensation et l'influence. Une théorie générale rattachant l'ensemble des faits connus à un petit nombre d'hypothèses commence à devenir possible et, après les admirables travaux de Coulomb, on pouvait même croire que cette science était constituée d'une manière définitive. Les phénomènes étaient réglés par les mêmes lois que l'attraction universelle et les problèmes à résoudre ne devaient présenter dans la pratique que des difficultés d'analyse : les mémoires de Poisson relatifs à la distribution de l'électricité sur deux sphères voisines furent le plus bel exemple de ce genre de calculs.

Toutefois, il restait à faire un pas important pour envisager l'électricité sous son véritable aspect, et ici encore l'expérience, entre les mains d'un homme de génie, devança de longtemps la théorie. En même temps que Coulomb déterminait les lois élémentaires des actions électriques, Volta mettait en évidence une propriété importante qu'il appela la *tension électrique*, propriété qu'il ne put rattacher par le calcul à aucune loi simple, mais qui lui permit de déterminer les capacités électriques des corps, la force condensante et l'état électrique de l'air, sans que, dans ces différentes applications, on puisse signaler aucune erreur d'interprétation.

Ces travaux de Volta auraient suffi à immortaliser son nom si la découverte de la pile, qui n'était que le développement et la généralisation de ses premières idées, n'avait trop fait oublier le point de départ. La notion nouvelle de tension électrique, que Volta ne pouvait définir autrement qu'une tendance de l'électricité à marcher dans une certaine direction, est restée confuse et souvent mal interprétée, jusqu'à ce que les mathématiciens en eussent donné une définition précise, déduite des lois mêmes de Coulomb, et en eussent montré les principales propriétés. Mais, à ce moment, l'attention des physiciens était ailleurs : les travaux d'Œrstedt et d'Ampère sur l'électro-magnétisme et l'électro-dynamique, la découverte inattendue de l'induction par Faraday, avaient fait connaître des phénomènes que l'on ne pouvait plus ex-

pliquer par le principe de Volta ; les expérimentateurs furent entraînés dans une voie plus féconde, et le mémoire de Georges Green resta entièrement méconnu, même en Angleterre. Il fallut enfin que la théorie mécanique de la chaleur, établissant une corrélation entre les phénomènes physiques par le principe général de la conservation du travail sous toutes ses formes, amenât la révision complète et la coordination des phénomènes électriques, pour qu'ils apparussent sous un jour tout nouveau.

Si l'on voulait définir par un mot l'esprit de cet ouvrage, on pourrait dire que c'est l'étude de la tension de Volta, ou du potentiel, comme l'ont appelée les mathématiciens, des propriétés de cette fonction et de toutes les circonstances qui font naître entre deux corps une différence de tension ou de potentiel. Un titre rappelant ce caractère aurait pu manquer de simplicité et de clarté ; j'ai préféré celui d'électricité statique, pour indiquer que c'est une première étude des phénomènes électriques, et me réserver plus de latitude dans le choix des matières....... »

La plupart des faits ont été puisés, nous dit l'auteur, dans les mémoires originaux. M. Mascart a mis de la sorte à la portée du public français les progrès importants réalisés dans le domaine de l'électricité par la science allemande, italienne, anglaise et que l'on devait aller chercher dans de nombreuses publications éparses. Il nous initie en particulier aux beaux travaux de sir William Thomson et d'autres savants anglais qui, pensons-nous, étaient jusqu'ici trop peu connus en France, en raison même du caractère assez spécial de la littérature scientifique anglaise et de l'absence d'une publication centrale suffisamment complète, comparable à ce que sont pour l'Allemagne les Annales de Poggendorff.

De nombreuses notes renvoient le lecteur aux mémoires originaux, toutefois il y a là précisément, ce nous semble,

une lacune dans le « traité d'électricité statique » sur laquelle nous croyons devoir fixer l'attention de l'auteur et de l'éditeur en vue d'une seconde édition de leur excellent ouvrage. Nous sommes habitués maintenant à ce que les traités spéciaux, les vrais livres d'érudition, tels que celui auquel nous avons affaire ici, nous fournissent la liste exacte, le répertoire complet de tous les ouvrages, journaux, mémoires à consulter pour l'étude approfondie d'un sujet sur lequel en particulier on peut être appelé à faire des recherches originales. Des tableaux bibliographiques tels que ceux qui ont été intercalés entre les différents chapitres du traité de Verdet, par exemple, sont d'un prix incalculable pour les hommes d'étude, et nous regrettons de ne rien trouver de semblable dans le traité de M. Mascart qui était digne de toute façon de recevoir ce précieux complément; il le recevra, nous l'espérons, dans l'avenir. Nous prenons du moins la liberté d'en exprimer ici le vœu.

Après l'exposé des faits généraux, attractions et répulsions électriques, conductibilité, lois des actions électriques, déperdition, distribution, influence et condensation électriques, l'auteur aborde l'étude mathématique des phénomènes électriques et développe la théorie du potentiel telle qu'elle a été introduite dans la science par les travaux de Laplace, Poisson, Green, Gauss, Clausius et d'autres, avec applications nombreuses aux diverses branches de l'électricité statique; puis il nous donne la description détaillée des principaux instruments de mesure électriques, pendules électriques, électromètres-balances, électromètres de rotation, électromètres à décharges, thermomètres électriques, galvanomètres, et termine ce qui a trait plus particulièrement à l'électricité en repos en

résumant les principales données relatives à l'influence, à la condensation et aux capacités électriques.

Avec le second volume nous arrivons à l'étude des lois et des effets de l'électricité en mouvement, ce sont d'abord les décharges conductives, leurs effets calorifiques, la vitesse du mouvement de propagation, puis les décharges disruptives, la durée et la distance explosive des étincelles, les différentes formes qu'elles affectent, leurs effets calorifiques, mécaniques, lumineux, physiologiques, chimiques, magnétiques. Vient ensuite un chapitre fort intéressant sur les machines électriques, qui est tout particulièrement riche en faits nouveaux. Il renferme, en effet, la description des ingénieux appareils de M. Töpler et surtout celle de ces machines de M. Holtz qui ont si vivement attiré l'attention du public scientifique et se sont si rapidement répandues partout, puis celle de la machine Carré, et des machines de M. Thomson. Ce chapitre se termine par le résumé des recherches de M. Mascart sur le débit comparé des différentes machines électriques.

Enfin, la dernière partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude des sources d'électricité, le contact, la thermoélectricité, la pyroélectricité, les actions mécaniques et physiques, l'évaporation, les phénomènes chimiques, l'électricité physiologique, les phénomènes électrocapillaires et l'électricité atmosphérique.

Ne pouvant pas donner à nos lecteurs un résumé même très-incomplet de l'ouvrage de M. Mascart, ce qui serait résumer la science entière de l'électricité statique, nous préférons, pour leur faire faire plus ample connaissance avec ce beau traité, reproduire tout simplement ici quelques paragraphes relatifs aux découvertes de M. Thomson et à la description de quelques-uns des ingé-

nieux appareils dont il a doté la physique. Voici de quelle manière M. Mascart nous décrit le principe et la construction de l'électromètre de M. Thomson [1] :

« 296. *Électromètre de M. Thomson.* — M. Thomson a apporté des modifications importantes dans la construction des électromètres de torsion. Pour comprendre l'idée générale qui a guidé M. Thomson, considérons deux conducteurs fixes A et B, symétriques l'un de l'autre par rapport à un plan OO′ (fig. 136), et maintenus à des potentiels différents V_1 et V_2 ; puis un troisième conducteur C, symétrique par rapport au même plan, mobile autour d'une droite située dans ce plan, et porté à un potentiel V. Ce conducteur mobile subira des forces inégales de la part des deux conducteurs fixes ; mais nous supposerons que par une force étrangère, comme la torsion d'un fil, on le maintient dans la position de symétrie.

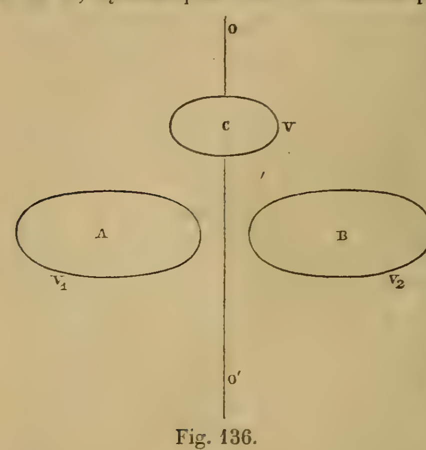


Fig. 136.

Les distances du conducteur mobile aux conducteurs fixes restant constantes, il s'agit d'évaluer la manière dont varient les forces électriques en fonction des potentiels V, V_1 et V_2.

297. Lorsque deux conducteurs A et C sont en présence, l'un communiquant avec le sol et l'autre étant au potentiel V, nous avons vu, bien des fois déjà, qu'il s'exerce entre eux

[1] L'éditeur, M. Masson, a bien voulu nous autoriser à faire ces reproductions et nous a prêté très-obligeamment à cet effet les clichés qui se rapportent à ces paragraphes.

une attraction proportionnelle au carré du potentiel ; on peut exprimer cette force par hV^2, le coefficient h dépendant de la forme des corps, de leurs dimensions et de la distance qui les sépare.

Supposons maintenant que ces deux corps soient, le premier au potentiel V_1, et le second au potentiel V. En vertu du principe de la superposition des états d'équilibre, nous pouvons décomposer le problème de la manière suivante : Si le conducteur A est au potentiel V_1, le conducteur C étant en communication avec le sol, il y aura sur le premier une quantité d'électricité $+a$, sur le second une charge $-a'$ d'électricité contraire, et les deux corps s'attireront avec une force égale à hV_1^2. Si le conducteur C est au potentiel V et l'autre non isolé, il y aura de même sur le premier une charge $+c$, sur le second une charge $-c'$, et l'attraction des deux corps sera kV^2, les deux coefficients h et k n'étant pas égaux en général. Ces deux états d'équilibre superposés donneront un nouvel état d'équilibre correspondant au potentiel V_1 sur le premier corps A, et au potentiel V sur C, c'est-à-dire à l'équilibre proposé. L'action des deux corps comprendra d'abord les deux forces attractives hV_1^2 et kV^2, plus la répulsion des couches a et c et celle des couches c' et a'. La première de ces répulsions est proportionnelle séparément aux deux masses a et c et, par suite, aux potentiels V_1 et V, ou à leur produit VV_1 ; la seconde est aussi proportionnelle à c' et a', ou encore au produit VV_1. La somme de ces deux forces sera lVV_1, l étant un nouveau coefficient. Les moments de toutes ces forces, par rapport à un axe quelconque, auront des expressions de même forme, de sorte qu'en définitive, si le conducteur C est mobile autour d'un axe, le moment de la force exercée sur lui par le conducteur A pourra être représenté par la somme des trois termes

$$hV_1^2 + kV^2 - lVV_1.$$

L'action est toujours attractive si les potentiels V et V_1 sont de signes contraires ; si ces potentiels sont de même si-

gne, la résultante pourra être, suivant les cas, attractive ou répulsive.

298. Considérons enfin les trois corps proposés A, B et C, dont les potentiels sont V_1, V_2 et V. Nous décomposerons l'état électrique en trois autres. Dans le premier état, le conducteur C est au potentiel V, et les deux autres non isolés, ce qui correspond à une charge $+c$ du premier, et à des charges égales à $-c'$ sur chacun des deux autres, à cause de la symétrie; on aura donc, pour ce premier cas d'équilibre,

Conducteurs	A	C	B
Potentiels	o	V	o
Charges	$-c'$	$+c$	$-c'$

Pour le deuxième cas, le conducteur A sera porté au potentiel V_1, et les deux autres en communication avec le sol, ce qui donnera de même

Conducteurs	A	C	B
Potentiels	V_1	o	o
Charges	$+a$	$-a'$	$-a''$

Enfin, dans le troisième cas d'équilibre, le conducteur B sera au potentiel V_2, et l'on aura encore

Conducteurs	A	C	B
Potentiels	o	o	V_2
Charges	$-b''$	$-b'$	$+b$.

La superposition de ces trois états d'équilibre reproduira bien l'équilibre proposé ; il reste à évaluer les forces exercées sur le conducteur intermédiaire C.

Remarquons d'abord que les couches électriques $-c'$ n'interviennent pas, parce que les forces qu'elles exercent sur C sont symétriques et donnent une résultante dont le moment est nul ; il suffit donc d'évaluer les actions des couches $+a$ et $-a''$, $-b''$ et $+b$ sur les trois couches c, $-a'$ et $-b'$. Les couches a et $-a''$ exercent sur la couche c deux actions, l'une répulsive, l'autre attractive, qui poussent toutes deux

le corps mobile vers le conducteur B, et sont proportionnelles aux potentiels V_1 et V; le moment résultant de ces forces, que nous supposerons positif, peut être représenté par lVV_1. De même, les couches $-b''$ et b, agissant sur c, donnent un moment de signe contraire $-lVV_2$. L'action des couches $+a$ et $-a''$ sur $-a'$ donne un terme proportionnel au carré du potentiel, dont le moment hV_1^2 est négatif; l'action de $-b''$ et $+b$ sur $-b'$ aura de même un moment hV_2^2 positif.

Il n'y a plus d'autres forces à faire intervenir, parce que, d'une part, les actions de $+a$ et $-a''$ sur $-b'$ et, d'autre part, celles de $-b''$ et $+b$ sur $-a'$ ont des moments égaux et de signes contraires.

En définitive, le moment résultant K de toutes les actions exercées sur le conducteur mobile est

$$K = lVV_1 - lVV_2 - hV_1^2 + hV_2^2,$$

ou

$$K = lV(V_1 - V_2) + h(V_2^2 - V_1^2).$$

Il peut se présenter plusieurs cas:

1° Si les potentiels V_1 et V_2 des corps attractifs sont égaux et de signes contraires, la formule se réduit à

$$K = lV(V_1 - V_2);$$

l'action est donc proportionnelle au potentiel du conducteur mobile et à la différence des potentiels des conducteurs fixes.

2° Si, le potentiel V étant très-faible, les valeurs de V_1 et V_2 ne sont pas égales et de signes contraires, le second terme devient prédominant, ce qui serait une condition expérimentale désavantageuse.

3° Si le potentiel V est très-grand par rapport aux potentiels V_1 et V_2, la formule se réduit encore au premier terme, car on peut écrire

$$K = lV(V_1 - V_2)\left[1 - \frac{h}{l}\frac{(V_1 + V_2)}{V}\right],$$

et le facteur $\frac{h}{l}$ n'est évidemment pas assez grand pour que la parenthèse diffère sensiblement de l'unité.

Dans le premier cas, on pourra déterminer un potentiel très-faible V en fonction d'une différence connue $V_1 - V_2$ de deux autres potentiels égaux en valeurs absolues ; dans le troisième, on déterminera la différence des potentiels $V_1 - V_2$ de deux conducteurs en fonction d'un potentiel constant V. Dans ces deux cas, la force est directement proportionnelle, et par un facteur très-grand, à la quantité que l'on veut déterminer ; c'est là le principe des appareils de M. Thomson.

299. On peut remarquer que le premier cas est déjà presque réalisé dans l'électroscope de Behrens (269), et que les conditions seraient exactement les mêmes si l'on pouvait, par une force antagoniste, ramener la feuille d'or dans la verticale.

M. Hankel[1] a employé une modification analogue de la balance de Coulomb. Quatre boules de métal, portées par des pieds en verre, sont disposées dans la cage aux sommets d'un rectangle; deux boules, situées aux extrémités d'une diagonale, sont réunies à l'un des pôles d'une pile de Volta, et les deux autres à l'autre pôle. L'aiguille, qui est métallique, est soutenue par un fil d'acier ; elle porte à ses extrémités des boules conductrices, et peut se mouvoir dans le plan des boules fixes. Si cette aiguille est électrisée d'une manière quelconque, on voit qu'elle sera déviée d'un côté ou de l'autre, comme la feuille d'or de l'électroscope de Behrens ; M. Hankel se bornait à observer les déviations, mais pour être exactement dans les conditions du calcul qui précède, il serait nécessaire de ramener chaque fois l'aiguille mobile dans un plan de symétrie par rapport aux boules fixes.

300. M. Thomson a construit, d'après ce principe, un assez grand nombre d'appareils qu'il a modifiés successivement. La plus importante des modifications consiste dans le moyen qu'il emploie pour remplacer, par une simple lecture de déviation, l'expérience délicate qu'exigerait la nécessité

[1] *Pogg. Annal.*, t. CIII, p. 233.

de ramener chaque fois le conducteur mobile à sa position primitive. Pour cela, l'aiguille mobile a une forme telle que les petits déplacements qu'elle éprouvera ne puissent modifier l'action que les conducteurs fixes exerceront sur elle. Ces conducteurs sont formés de quatre quadrants A, A′, B, B′ (fig. 137), réunis deux à deux en croix par des fils de métal, et l'aiguille a la forme d'un 8, dont le grand axe est parallèle à la ligne de séparation de deux quadrants voisins.

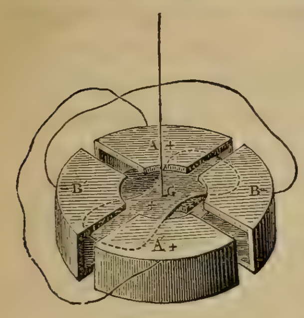


Fig. 137.

Les seules parties de cette aiguille sur lesquelles l'action des conducteurs ait une composante horizontale sensible, sont celles qui sont les plus rapprochées de la ligne de séparation des quadrants, et cette action ne sera pas modifiée quand l'aiguille passera de la position primitive à une position très-voisine. L'équilibre aura lieu quand le couple de torsion, c'est-à-dire la déviation elle-même, sera proportionnel au produit $V(V_1 - V_2)$ du potentiel de l'aiguille par la différence des potentiels de deux systèmes de quadrants.

La proportionnalité serait altérée si les variations de température, ou toute autre circonstance, faisaient changer la distance de l'aiguille aux quadrants. Pour éviter cette cause d'erreur, M. Thomson place l'aiguille dans un *champ électrique constant*, c'est-à-dire dans un espace où la force électrique est à peu près indépendante de la position de l'aiguille. Les conducteurs sont, non pas des secteurs de cercle, mais des portions d'une boîte cylindrique, dans l'intérieur de laquelle est placée l'aiguille, comme on le voit sur la figure ; l'aiguille se rapproche de l'une des bases quand elle s'éloigne de l'autre, et l'action est sensiblement constante. Cette disposition présente en outre l'avantage de soustraire l'aiguille d'une manière complète à l'influence des corps extérieurs.

301. Pour produire la force de torsion, on suspend l'aiguille soit à un fil de métal, soit à un fil de cocon muni d'un petit aimant dont on peut faire varier à volonté la force directrice par l'action d'un aimant fixe extérieur, soit par deux fils de cocon voisins dont on peut rapprocher ou éloigner les points de suspension. C'est ce dernier procédé auquel M. Thomson s'est arrêté.

Comme les déviations sont toujours très-faibles, l'aiguille porte un petit miroir dans lequel on observe la réflexion d'une échelle graduée. Il y a lieu de faire quelques remarques sur l'emploi de cette méthode d'observation, imaginée par M. Poggendorff et vulgarisée depuis les expériences de Gauss et Weber.

Habituellement le miroir est plan et, avec une lunette extérieure, on y vise l'image d'une échelle placée auprès de la lunette (fig. 138); le nombre des divisions de l'échelle qui passent sur le réticule de la lunette est proportionnel à la tangente du double de la déviation du miroir, ou sensiblement à la déviation elle-même. Les images que l'on observe dans ce cas sont souvent défectueuses, si le miroir n'a pas une grande étendue; quand on veut éviter de surcharger l'aiguille, il est nécessaire que le miroir soit formé par une lame de verre très-mince et de petite étendue. Dans ces conditions, il est à peu près impossible d'obtenir une surface

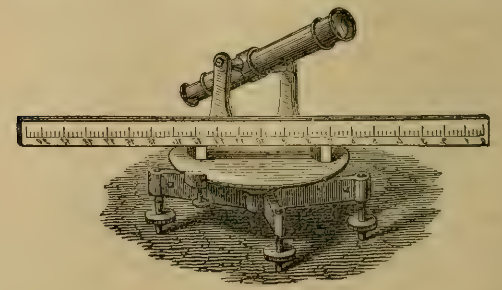


Fig. 138.

convenablement plane, et il arrive presque toujours que les images sont déformées; on ne peut pas mettre en même

temps au point, par exemple, les divisions verticales de l'échelle et les traits horizontaux ou les chiffres de graduation, ce qui nuit beaucoup à la précision des mesures. M. Thomson emploie de préférence des miroirs concaves dont la construction est plus facile.

Une échelle divisée est placée à une distance du miroir égale à son rayon de courbure. A côté de cette échelle est une fente verticale (fig. 139) éclairée par une lampe, et l'on reçoit sur l'échelle divisée l'image de la fente produite par le miroir concave que porte l'aiguille; les images sont plus nettes parce qu'on est ainsi placé dans le cas où les aberrations sont le plus faibles. C'est d'ailleurs par un procédé analogue que se font les observations pour les télégraphes transatlantiques.

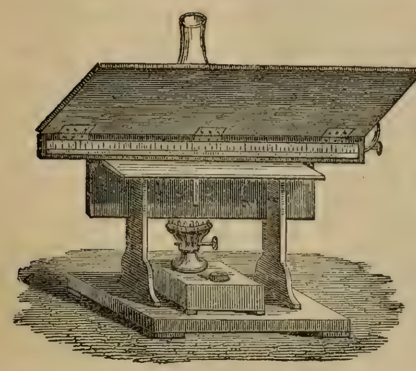


Fig. 139.

M. Angot[1] a employé de même une disposition avantageuse. Le rayon de courbure du miroir est très-petit, d'un ou deux décimètres; on place, dans le voisinage du centre de courbure, une échelle divisée en cinquièmes ou en dixièmes de millimètres, éclairée par une lampe directement ou par transparence suivant qu'elle est tracée sur métal ou sur verre; on fait en sorte que l'image se produise au-dessus de l'échelle elle-même et on l'observe avec un microscope. Les traits de l'image sont alors très-purs et les déviations se mesurent avec une grande précision.

302. Il ne reste plus que quelques mots à ajouter pour décrire complétement l'électromètre de M. Thomson (fig. 140).

[1] *Annales scientifiques de l'École Normale*, 2e série, t. III, p. 261.

Cet appareil comprend : une *jarre électrique*, l'*aiguille mobile* et les *quadrants attractifs*, un *reproducteur*, une *jauge* et un *inducteur*.

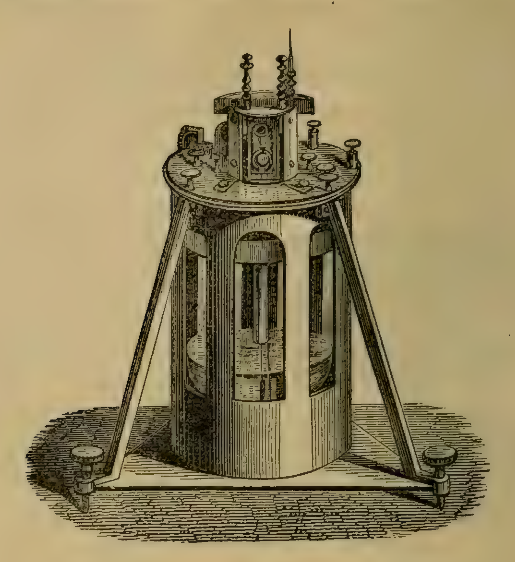


Fig. 140.

La jarre est formée d'un grand vase en verre renfermant une couche d'acide sulfurique qui constitue l'une des armatures ; l'autre armature est formée par des lames d'étain qui couvrent la surface extérieure et laissent entre elles des fenêtres par lesquelles on peut voir l'intérieur de la bouteille. L'appareil est porté par une monture en métal qui communique avec l'armature extérieure. Cette bouteille est fermée par une plaque de caoutchouc durci sur laquelle sont montés tous les autres organes. Un fil de platine qui plonge dans l'acide sulfurique communique avec une tige de métal extérieure par laquelle on peut électriser la jarre ; un bouton permet d'établir ou de supprimer cette communication. Quand le verre a été convenablement choisi, l'air intérieur est tellement desséché par l'acide sulfurique que l'isolement

est presque absolu et qu'une pareille jarre ne perd pas en 24 heures le centième de sa charge.

L'aiguille est formée d'une lame d'aluminium de quatre centimètres carrés de surface environ ne pesant pas plus de 70 milligrammes; elle est attachée à une tige qui porte à la partie supérieure un petit miroir concave de 8 millimètres de diamètre pesant 22 milligrammes. Cette tige se termine en haut par un petit T où sont attachés les fils de cocon, et en bas par un fil de platine tendu par un petit poids et plongeant dans l'acide sulfurique; c'est par ce fil que l'aiguille est portée au potentiel de l'armature intérieure de la jarre.

Les quadrants, réunis en croix deux à deux, sont suspendus au couvercle par des tiges de verre. Trois d'entre eux sont fixes et le quatrième est mobile à l'aide d'une vis micrométrique, ce qui permet d'ouvrir la boîte pour enlever l'aiguille et de régler l'appareil. Deux conducteurs extérieurs appelés *électrodes principales* (*chief electrodes*) peuvent, à l'aide de ressorts convenables, communiquer séparément avec les deux systèmes de quadrants.

Enfin l'acide sulfurique communique avec le plateau attractif d'une jauge montée aussi sur le couvercle; un reproducteur permet de maintenir constant le potentiel de l'armature intérieure de la jarre et, par suite, de l'aiguille mobile.

303. On comprend maintenant sans difficulté l'usage de cet électromètre. On charge la jarre par l'électrode qui convient, puis, par le moyen du reproducteur, on augmente ou diminue la charge, jusqu'à ce que le cheveu de la jauge se trouve exactement entre les repères, et, les deux électrodes principales communiquant entre elles, on note la position de l'image réfléchie. On met ensuite en communication ces deux électrodes avec les deux corps dont on veut évaluer la différence de potentiel et on observe la position nouvelle de l'image : le déplacement est proportionnel à la différence des potentiels.

Pour donner une idée de la sensibilité de cet appareil, nous prendrons des nombres dans les mémoires de M. Thomson. Avec un instrument dont l'aiguille était armée d'un aimant et portée par un seul fil de cocon, les deux pôles d'un élément Daniell produisaient un déplacement de l'image de 100 divisions de l'échelle : chaque division était de $\frac{1}{40}$ de pouce ($0^{mm}.62$) et l'on pouvait en apprécier le sixième, ce qui correspondait à un angle de 20″, la règle étant éloignée d'environ 1 mètre. L'appareil indiquait donc le $\frac{1}{600}$ de la différence de potentiel des deux pôles d'un élément Daniell. Avec la suspension bifilaire, le déplacement n'était plus que de 60 divisions, la sensibilité était donc encore le $\frac{1}{400}$ d'un élément Daniell.

304. Dans cet état, l'électromètre serait trop délicat pour la plupart des recherches, mais on peut diminuer beaucoup la sensibilité, même sans modifier la charge électrique de la jarre. Déjà, en isolant deux des quadrants, les déviations deviennent 10 ou 13 fois plus faibles, mais on peut aller plus loin, à l'aide d'une plaque de métal appelée *inducteur*, placée au-dessus de l'un des quadrants. Quand les quatre quadrants sont réunis deux à deux, l'inducteur n'a pas d'influence, on peut l'isoler ou le relier soit à la cage, soit au quadrant voisin, sans modifier la déviation d'une manière appréciable; il n'en est pas de même quand les quadrants sont tous ou en partie isolés. Du reste, afin de ne pas compliquer la description, nous allons représenter par un tableau les différentes dispositions que l'on peut employer pour obtenir des sensibilités décroissantes.

Soient X et Y les deux corps dont on veut déterminer la différence des potentiels; l'un d'eux Y sera mis en communication permanente avec la cage, celle-ci étant ou non maintenue isolée. Soient A et B les deux électrodes principales, I l'inducteur que nous supposerons placé au-dessus de l'un des quadrants de l'électrode B. Quand l'une des lettres A ou B dans le tableau est entourée d'une parenthèse, cela signi-

fie que cette électrode est isolée ainsi que les quadrants correspondants; XA signifie que le corps X est en communication avec l'électrode A; Y, que ce corps communique seulement avec la cage, etc.

1° Disposition ordinaire:

$$\left\{ \begin{matrix} XA \\ YB \end{matrix} \right. \quad \text{ou bien} \quad \left\{ \begin{matrix} XB \\ YA \end{matrix} \right.$$

2° Suppression de l'une des paires du quadrant:

$$(B) \left\{ \begin{matrix} XA \\ Y \end{matrix} \right. \qquad (A) \left\{ \begin{matrix} XB \\ Y \end{matrix} \right.$$

3° Emploi de l'inducteur:

$$(B) \left\{ \begin{matrix} XA \\ YI \end{matrix} \right. \qquad (A) \left\{ \begin{matrix} XB \\ YI \end{matrix} \right.$$

4°

$$(B) \left\{ \begin{matrix} XAI \\ Y \end{matrix} \right. \qquad (A) \left\{ \begin{matrix} XBI \\ Y \end{matrix} \right.$$

5°

$$(B) \left\{ \begin{matrix} XI \\ YA \end{matrix} \right. \qquad (A) \left\{ \begin{matrix} XI \\ YB \end{matrix} \right.$$

6°

$$(A, B) \left\{ \begin{matrix} XI \\ Y \end{matrix} \right.$$

305. La plus grande difficulté que l'on rencontre dans la construction de cet électromètre est le choix du verre. M. Thomson emploie pour cela des bouteilles en flint glass, fabriquées à Glasgow. Il a essayé sans succès beaucoup d'autres espèces de verre : les verres colorés en vert et la plupart des verres blancs ne donnent pas de bons résultats, la charge de la jarre varie trop rapidement. Le reproducteur est aussi un mécanisme délicat qu'on ne parvient pas facilement à construire d'une manière convenable. Toutes ces difficultés nuiront sans doute longtemps à l'emploi et surtout à la vulgarisation de ces appareils, au moins sous la forme que nous venons de décrire. »

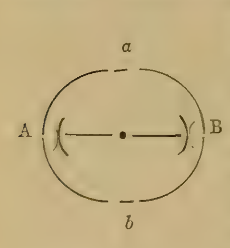
Voici maintenant la description des machines électriques de M. Thomson :

« 858. *Appareils de M. Thomson.* — L'influence électrique et les réactions réciproques ont servi de principe à la construction d'un assez grand nombre d'appareils, nous en indiquerons quelques-uns imaginés par M. Thomson.

Le reproducteur de charge qui a été décrit à propos de l'électromètre absolu (284)[1] peut, avec quelques modifications destinées à augmenter le débit d'électricité, être transformé en une véritable machine électrique.

[1] Voyez *Traité d'électricité statique*, tome I, p. 381. Nous attirons encore l'attention sur les paragraphes relatifs aux électromètres absolus de M. Thomson que nous aurions voulu reproduire aussi ici n'eût été la crainte d'abuser de ces citations.

Le reproducteur de charge est un petit appareil auxiliaire formant partie intégrante de l'électromètre absolu de M. Thomson. Il a pour but d'ajouter ou d'enlever de l'électricité à la bouteille de Leyde qui maintient à un potentiel constant le plateau fixe de cet électromètre-balance. Il se compose essentiellement de deux conducteurs métalliques A et B, qui sont deux moitiés d'un même cylindre vertical, légèrement écartées, munies d'un ressort faisant saillie à l'intérieur chacun de la moitié de l'intervalle dont elles sont écartées et reliées aux deux armatures de la bouteille de Leyde dont l'une communique avec le sol. Dans les deux intervalles de ces deux cylindres se trouvent deux ressorts reliés entre eux, dont l'un *a* est plus rapproché de A et plus particulièrement sous son influence, l'autre *b* plus soumis à l'influence de B. Ces quatre ressorts sont à une distance égale de l'axe de l'appareil autour duquel tournent deux armatures courbes portées par une traverse d'ébonite. Lorsqu'une de ces armatures quitte le ressort intérieur du demi-cylindre positif A, elle est neutre comme venant de l'intérieur d'un conducteur; arrivée au contact du ressort *a*, elle se charge d'électricité négative qu'elle apporte à B, ainsi la charge est augmentée; dans le cas d'une rotation inverse la charge, comme on peut le voir aisément, est au contraire diminuée; de telle sorte que ce petit appareil permet de la maintenir constante et avec elle le potentiel du plateau fixe de l'électromètre.



Une roue C (fig. 239) en ébonite porte un certain nombre de lames métalliques isolées, disposées en secteurs sur les deux faces et figurant à la circonférence comme des dents d'engrenage. Deux lames métalliques I et R, recourbées de façon à envelopper presque complétement la moitié de la roue (l'une d'elles est indiquée seulement par un pointillé), jouent en même temps le rôle d'*inducteur* et de *récepteur*, c'est-à-dire qu'elles agissent par influence sur un conducteur intermédiaire F et reçoivent ensuite, par l'effet du mouvement, l'électricité ainsi développée; il en résulte que la charge de chacune d'elles augmente d'abord en progression géométrique, comme dans tous les appareils analogues. Pour cela, deux ressorts *récepteurs* i et r, communiquant séparément avec les enveloppes métalliques dans l'intérieur desquelles ils sont placés, reçoivent l'électricité apportée par les différents secteurs et la communiquent en totalité aux enveloppes correspondantes. Deux autres ressorts i' et r', dits *connecteurs*, placés à la suite des précédents dans le sens de la rotation de la roue, communiquent entre eux par un fil métallique F.

Supposons que l'un des inducteurs, I par exemple, soit d'abord chargé d'électricité négative; le ressort connecteur correspondant i' se charge d'électricité positive qu'il communique aux dents successives de la roue, lesquelles, par le ressort récepteur suivant r, transmettent cette électricité au deuxième inducteur R. Le ressort connecteur opposé r' se charge de même d'électricité négative, qui revient ensuite par les secteurs et par le ressort récepteur i au premier inducteur I.

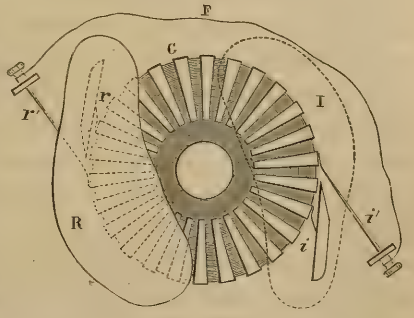


Fig. 239.

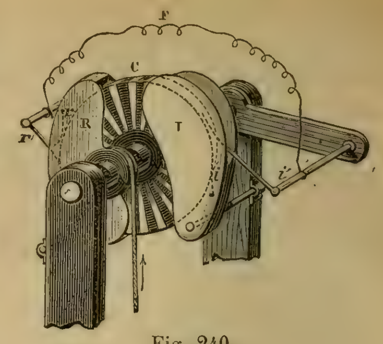


Fig. 240.

Dans l'instrument (fig. 240) construit par M. Thomson, la roue n'avait pas plus de 2 pouces de diamètre et pouvait être mise en mouvement par le moteur d'un télégraphe de Morse; mais, quelques secondes seulement après la mise en train, il se produisait des aigrettes brillantes et des étincelles entre les différentes parties de l'appareil, même lorsque les inducteurs et les connecteurs avaient été réunis entre eux pendant plusieurs jours et déchargés avec le plus grand soin.

Une pile sèche de 40 éléments, dont les deux pôles étaient mis en communication séparément avec les deux inducteurs, suffisait pour charger la machine ou renverser subitement les signes électriques.

Cet appareil a servi à M. Thomson, par exemple, pour entretenir la marche constante d'une autre machine plus simple destinée à recueillir les signaux du câble transatlantique. Celle-ci était formée d'un inducteur I sans ressort récepteur, dans l'intérieur duquel était un ressort i' en communication avec le sol, et d'un récepteur R avec son ressort r. L'inducteur I étant maintenu à un potentiel constant, les dents de la roue se chargeaient d'électricité contraire, au contact du ressort i', et transportaient constamment cette électricité au récepteur R, dont la charge allait ainsi continuellement en croissant.

859. *Égaliseurs de potentiel.* — On rencontre dans toutes les machines électriques un même problème à résoudre, c'est d'amener deux corps au même potentiel ou, plus exac-

tement, d'établir sur un conducteur le potentiel qui existe en certains points de la masse d'air qui l'environne.

Quand un corps conducteur, comme un cylindre isolé, est soumis à l'influence d'un corps électrisé positivement, placé en face de l'une de ses extrémités, ce cylindre forme une surface de niveau, et le potentiel varie plus ou moins rapidement quand on s'éloigne de la surface suivant différentes directions. En tous les points de la ligne neutre la dérivée du potentiel est nulle, puisque la densité électrique est nulle; ces points sont donc au même potentiel que les couches d'air qui les entourent. Si, par un procédé quelconque, on enlève la couche d'électricité négative, de façon que la ligne neutre, ou de densité nulle, passe par l'extrémité la plus rapprochée du corps influent, le cylindre tout entier atteindra un potentiel maximum, celui des couches d'air qui touchent cette extrémité. On obtient habituellement ce résultat dans les machines électriques par l'emploi des pointes; mais une pointe ne peut jamais être assez aiguë physiquement pour être absolument efficace au point de vue électrique, et elle conserve toujours une densité sensible d'électricité contraire à celle du corps influent. On peut arriver, par divers moyens, à rendre cette densité nulle.

Supposons, par exemple, dans le cas du cylindre considéré plus haut, que l'on touche l'extrémité la plus voisine du corps influent par un plan d'épreuve qu'on ramène à l'état neutre après l'avoir enlevé, et que cette opération soit répétée un grand nombre de fois; il arrivera, au bout d'un certain temps, que ce plan d'épreuve aura soustrait du point touché toute électricité appréciable, comme l'eût fait une pointe infiniment aiguë; si le corps influent est conducteur, le cylindre atteindra un potentiel maximum qui sera une fraction déterminée de celui du corps influent.

860. L'appareil suivant employé par M. Thomson pour certaines expériences d'électrométrie fonctionne ainsi comme une suite de contacts par un plan d'épreuve. Un disque d'é-

bonite C (fig. 241), tournant autour d'un axe vertical, porte

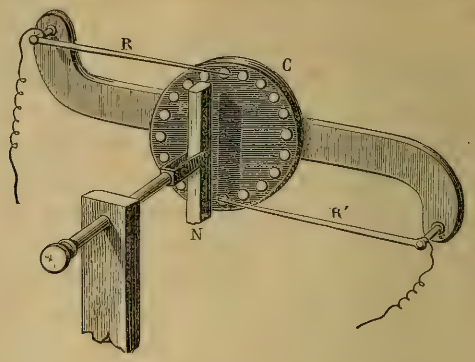


Fig. 241.

un certain nombre de boutons ou de chevilles de métal sur lesquels s'appuient deux ressorts R et R′ en communication avec les deux électrodes d'un électromètre. Si l'un de ces ressorts est soumis à l'influence d'un corps électrisé, les boutons qui s'en détachent successivement emportent d'une manière continue l'électricité de signe contraire à celle du corps influent, jusqu'à ce que la densité électrique à l'extrémité du ressort soit nulle. Si les deux ressorts sont en même temps soumis à l'influence de deux conducteurs à des potentiels différents, l'équilibre sera atteint au bout d'un certain temps, et assez rapidement, parce que l'électricité enlevée à l'un des ressorts est portée sur l'autre; la différence de potentiel des deux ressorts ou des deux électrodes de l'électromètre sera proportionnelle à celle des deux corps influents. Il suffit, par exemple, d'approcher de cet appareil, à la distance de plusieurs pouces, un cristal de tourmaline PN que l'on a échauffé et qu'on laisse refroidir (on sait que, dans ces conditions, l'une des extrémités du cristal P devient positive et l'autre N négative), pour que, dans un électromètre dont la graduation permet d'apprécier la différence de potentiel de 3 éléments de Volta, la déviation de l'aiguille sorte des limites de l'échelle.

861. On conçoit d'ailleurs que des particules conductri-

ces quelconques, des poussières métalliques, des gouttelettes liquides ou même un courant de gaz chauds, qui s'échapperaient du conducteur influencé, produiraient exactement le même effet que les contacts répétés d'un plan d'épreuve. C'est ainsi que s'explique l'efficacité des flammes, employées comme pointes électriques, et l'usage qu'on en a fait dans l'étude de l'électricité atmosphérique. Si un conducteur isolé est mis en communication avec une flamme placée dans l'air, les produits gazeux de la combustion laissent échapper de l'électricité jusqu'à ce que le potentiel de la flamme et du conducteur avec lequel elle communique soit égal au potentiel de la masse d'air qui entoure cette flamme. Le P. Beccaria, et après lui Volta, munissaient déjà la tige de leurs électroscopes d'une mèche enflammée, et la même méthode a été depuis renouvelée par M. Thomson. Toutefois l'emploi d'une flamme présente quelques inconvénients à cause de la nécessité de l'entretenir pendant un temps assez long, et à cause de l'électricité qui peut se produire par le fait même de la combustion. M. Thomson a résolu le même problème par un écoulement d'eau. Pour étudier l'électricité atmosphérique, par exemple, l'électromètre est mis en communication avec un vase isolé contenant une provision d'eau, qui s'échappe en petites gouttelettes par un tube conducteur; l'appareil tout entier est bientôt porté au potentiel des couches d'air situées à l'entour de l'orifice d'écoulement.

862. Dans le cas où le corps influent est conducteur, on peut se proposer d'établir sur le corps influencé un potentiel égal à celui du corps influent, sans les mettre en communication entre eux, et l'on y parviendra par la méthode des contacts successifs ou des écoulements. Il suffit, pour cela, que le point du corps influencé, dont se détachent des particules conductrices, soit enveloppé aussi complétement que possible par le corps influent; lorsque la densité électrique sera nulle en ce point, le potentiel ne dépendra plus que de l'électricité répandue sur le conducteur influent et sera le

même dans tout l'espace enveloppé. On aura alors réalisé un égaliseur de potentiel absolu.

Ainsi, dans la première machine de M. Thomson (fig. 239), si l'on suppose que le ressort *i* de l'inducteur I soit enlevé et le ressort *i'* mis en communication aver un conducteur isolé, le ressort *r'* supprimé et le récepteur R mis en communication avec le sol, et enfin l'inducteur I porté à un certain potentiel, les contacts enlèveront de l'électricité au ressort *i'* jusqu'à ce que le potentiel de ce ressort soit devenu égal à celui de l'inducteur. De même dans la seconde machine (fig. 241), si les ressorts R et R' sont enveloppés séparément par des conducteurs A et A' entre lesquels existe une certaine différence de potentiels, l'appareil ne cessera de fonctionner que lorsque chacun des électrodes de l'électromètre aura atteint un potentiel égal à celui du conducteur influent qui lui correspond.

M. Thomson place encore une lampe à alcool en métal dans l'intérieur d'un cylindre vertical électrisé. Les gaz chauds qui s'échappent de la flamme amènent rapidement la lampe, et les conducteurs avec lesquels elle communique, au même potentiel que celui du cylindre influent. Enfin, l'écoulement d'un liquide produira exactement le même effet, et M. Thomson en a profité pour construire une machine électrique singulière.

863. *Machine électrique à écoulement.* — Concevons qu'un tube métallique T (fig. 242), communiquant avec le sol, soit placé dans l'intérieur d'un cylindre de métal I que nous appellerons l'*inducteur*, porté à un potentiel négatif; ce tube s'électrise positivement, et si on laisse échapper des gouttelettes liquides, elles emporteront de l'électricité contraire qui se reproduira indéfiniment. Ces gouttes tombent dans un autre cylindre de métal R, le *récepteur*, qui porte dans l'intérieur un entonnoir dont le bec s'ouvre au milieu du cylindre;

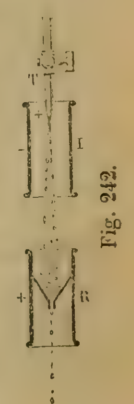


Fig. 242.

l'électricité des gouttes se répand à la surface du récepteur, et elles s'écoulent ensuite à l'état neutre par le bec de l'entonnoir. La charge du récepteur augmente donc de plus en plus, jusqu'à ce que l'appoint électrique des nouvelles gouttes soit équilibré par les pertes, ou bien qu'il se produise des étincelles entre les deux cylindres, ou encore que les gouttes électrisées qui s'échappent de l'orifice du tube T ne tombent plus dans le récepteur, parce qu'elles sont rejetées latéralement par la répulsion électrique qu'elles en éprouvent.

Dans les conditions actuelles, il est nécessaire d'entretenir le potentiel de l'inducteur I par une source étrangère; mais

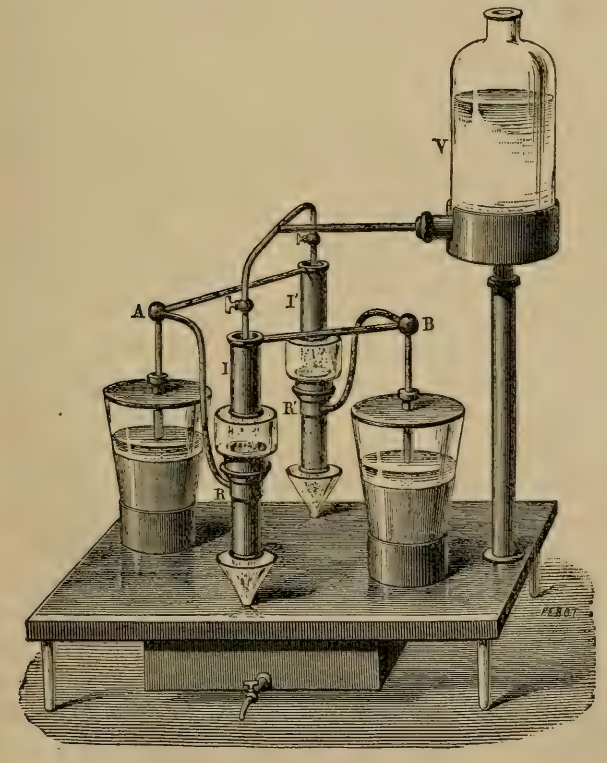


Fig. 243.

on conçoit aisément que deux appareils semblables puissent être disposés de façon à réagir l'un sur l'autre et augmenter réciproquement leurs charges électriques. Il suffit, pour cela, que le récepteur R (fig. 243) du premier communique avec l'inducteur I′ du second, et le récepteur R′ du second avec l'inducteur I du premier; les gouttes qui tombent du second inducteur I′ sont alors chargées d'électricité négative que l'on recueille dans le récepteur R′, lequel augmente la charge du premier inducteur I. M. Thomson réunit en outre les deux conducteurs séparément avec les armatures intérieures de deux bouteilles de Leyde A et B. Ces bouteilles sont formées de bocaux cylindriques en flint de Glascow garnies d'étain à l'extérieur et renfermant une certaine quantité d'acide sulfurique concentré; dans le liquide plongent des tiges de plomb terminées par des plaques de plomb à la partie inférieure. Ces tiges sont entourées de tubes de verre et passent à travers un couvercle en ébonite, de sorte que l'air absolument sec renfermé dans la bouteille n'éprouve pas d'échanges avec l'atmosphère. Si le verre est de bonne qualité, l'isolement de ces bouteilles peut être assez parfait pour que la perte électrique ne dépasse pas un centième de la charge en trois ou quatre jours.

Dans ces conditions, d'après M. Thomson, l'une des bouteilles étant électrisée à un potentiel assez faible pour n'être appréciable que par un électromètre très-délicat, on ouvre les robinets pour laisser écouler l'eau goutte à goutte; on voit alors ces gouttes se subdiviser en gouttelettes très-petites qui se séparent par leurs répulsions réciproques. Au bout de quelques minutes, il se produit en quelque partie de l'appareil une succession rapide d'étincelles, ou bien le liquide qui tombe n'entre plus dans les récepteurs. Les gouttes sont alors rejetées latéralement et produisent l'effet d'un tourbillon de neige, comme si elles étaient soustraites à la pesanteur; les unes remontent et s'appliquent à la surface extérieure des inducteurs, les autres décrivent des courbes

bizarres et sont lancées à une assez grande distance. On évite en partie cet inconvénient en garnissant les récepteurs de tubes de verre qui forment entonnoirs.

La valeur dynamique de l'électricité ainsi produite provient de l'énergie du liquide qui tombe; elle serait égale au travail de la pesanteur sur les gouttes liquides pendant leur trajet, si ces gouttes arrivaient aux récepteurs avec une vitesse nulle, et elle correspond exactement à leur perte de force vive. La déperdition était tellement faible dans l'appareil de M. Thomson, qu'il pouvait rester électrisé pendant des années à l'aide d'un écoulement de liquide insignifiant; une seule goutte, par exemple, tombant de chaque tube toutes les trois minutes, était suffisante pour maintenir la charge constante.

864. Il y a d'ailleurs une relation très-simple entre les constantes de la machine et le nombre des gouttes qui doivent s'écouler pendant l'unité de temps, pour que la charge électrique aille en augmentant à partir du début de l'expérience. Soient C et C' les capacités électriques des deux conducteurs, y compris les armatures intérieures des bouteilles correspondantes, V et V' leurs potentiels en valeurs absolues, m et m' les coefficients de déperdition, n et n' le nombre des gouttes qui tombent pendant l'unité de temps, c et c' les capacités électriques des gouttes de chaque système au moment où elles se détachent.

Pendant un temps infiniment petit dt, l'accroissement de charge du conducteur C est égal à l'excès de l'électricité apportée par les gouttes sur celle qui se perd; on aura donc en admettant la loi de déperdition de Coulomb,

$$\mathrm{C}d\mathrm{V} = (n'c'\mathrm{V}' - m\mathrm{V})dt,$$

ou bien

$$(1) \qquad \mathrm{C}\frac{d\mathrm{V}}{dt} = (n'c'\mathrm{V}' - m\mathrm{V}).$$

On aura, de même, pour l'autre conducteur C',

$$(2) \qquad \mathrm{C}'\frac{d\mathrm{V}'}{dt} = nc\mathrm{V} - m'\mathrm{V}'.$$

En résolvant ces équations différentielles simultanées par la méthode ordinaire, on calculerait la valeur acquise par les potentiels V et V′ au bout d'un temps quelconque, en partant d'une valeur initiale donnée, mais il faudrait, pour cela, supposer que la loi de déperdition de Coulomb est toujours appliquable et que l'écoulement est constant. Comme les charges deviennent rapidement très-grandes, le raisonnement est bientôt en défaut; on peut donc se borner à déterminer la condition nécessaire pour que la charge aille en croissant. Il faut alors que les dérivées des potentiels soient positives, ce qui donne

$$n'c'V' - mV > 0,$$
$$ncV - m'V' > 0;$$

on en déduit

$$\frac{m}{n'c'} < \frac{V'}{V} < \frac{nc}{m'}$$

ou bien

$$nn'cc' < mm'. \qquad (3)$$

Si cette dernière condition est réalisée au début (et l'on voit qu'elle ne dépend pas de l'électrisation initiale), la charge de la machine ira en croissant jusqu'à ce qu'il se produise des étincelles, ou que les gouttes cessent de tomber dans les récepteurs. Si l'inégalité (3) avait lieu en sens contraire, la charge irait au contraire en diminuant et deviendrait rapidement nulle.

Si l'appareil est complétement symétrique, la condition d'accroissement de charge est simplement

$$nc < m. \qquad (4)$$

Ce mode de raisonnement s'applique de la même manière à tous les multiplicateurs d'électricité à influences réciproques, comme le moulinet de Nicholson, la machine de Tœpler et les machines de Holtz. On remarquera peut-être que l'inégalité de condition (4) ne renferme pas les capacités des conducteurs, tandis que l'expérience montre que ces capacités jouent un rôle important; mais l'emploi des bouteilles

de Leyde a surtout pour effet de diminuer le coefficient de déperdition m, de sorte que ces bouteilles interviennent ainsi d'une manière efficace dans le jeu des machines. »

Nous pensons en avoir dit assez pour avoir fait apprécier la valeur du « traité d'électricité statique » de M. Mascart, et avoir inspiré à plus d'un le désir d'avoir l'ouvrage même entre les mains.

DESCRIPTION DU NIPHARGUS PUTEANUS

VAR. FORELII

Par M. Aloïs HUMBERT

(Extrait par l'auteur [1].)

La présence de Crevettes vivant dans des puits et plus ou moins dépourvues d'organes visuels a été signalée, en 1835, à Paris et en Allemagne. MM. P. Gervais et C.-L. Koch, qui les avaient trouvées les premiers, les rapportèrent au genre *Gammarus*. Quelques années plus tard, Schiödte, qui avait découvert une espèce du même groupe dans les grottes de la Carniole et de l'Istrie, reconnut que ces Crustacés souterrains méritent de former un genre à part auquel il a donné le nom de *Niphargus*, qui est aujourd'hui généralement accepté.

Un grand nombre de mémoires ont été publiés depuis lors sur ces animaux et nous ont apporté beaucoup de renseignements relatifs à leur organisation et à leur distribution géographique. De nouvelles espèces du genre *Niphargus* et même de nouveaux genres voisins de celui-ci ont été découverts, soit dans les eaux souterraines des puits et des cavernes, soit dans la mer. Enfin, en 1869, M. F.-A. Forel a indiqué pour la première fois l'existence de Gammarides aveugles (*Niphargus*) dans les pro-

[1] *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*, vol. XIV, 1876, pages 278-398, pl. VI et VII.

fondeurs du lac Léman, et en 1873 il a trouvé ces mêmes animaux dans le lac de Neuchâtel.

Si l'on peut dire d'un côté que nos connaissances relatives aux Crustacés de ce groupe ont beaucoup gagné en étendue, on doit malheureusement ajouter que le sujet présente encore bien des points douteux et que les opinions les plus divergentes ont cours aujourd'hui sur la valeur des différentes formes spécifiques et génériques.

Les Niphargus observés par Caspary, Hosius et De la Valette-Saint-George ont été décrits sous le nom de *Gammarus puteanus* qui avait été créé par C.-L. Koch. Schiödte a distingué deux autres espèces dans son genre *Niphargus* qui comprend aussi ce *G. puteanus*; la première, provenant des grottes d'Autriche, est son *N. stygius*; la seconde, trouvée dans un puits en Angleterre, est son *N. aquilex*. Spence Bate a introduit deux espèces nouvelles sous les noms de *N. fontanus* et *N. Kochianus*. Costa a décrit un *G. longicaudatus*. Joseph a indiqué une nouvelle espèce des grottes de Carniole sous le nom de *G. orcinus*. Czerniavski a décrit un *N. ponticus* de la mer Noire. Enfin, il y aurait encore à rappeler une ancienne espèce de Leach à laquelle cet auteur avait donné le nom de *G. subterraneus*. Le genre *Eriopis*, établi pour une espèce marine (*E. elongatus*) trouvée sur les côtes de la Scandinavie à une profondeur de 40 à 60 brasses, semble devoir être considéré comme synonyme de *Niphargus*. Il faut mentionner en dernier lieu une coupe générique très-voisine, bien que facile à distinguer, constituant le genre *Crangonyx* Sp. Bate, dont la seule espèce connue (*Cr. subterraneus*) a été trouvée dans un puits en Angleterre.

Selon M. de Rougemont[1], auquel nous devons le dernier travail publié sur ce sujet, une grande partie de ces noms spécifiques et même génériques devraient disparaître, parce qu'ils ne s'appliquent qu'à des formes différentes représentant simplement les étapes successives du développement d'une seule espèce. Dans les échantillons qu'il a récoltés dans un puits à Munich, M. de Rougemont a trouvé cinq formes distinctes, mais se transformant les unes dans les autres. La première, n'ayant que de 2 à 14^{mm} de longueur, correspondrait au *Crangonyx subterraneus* de Sp. Bate et au *Gammarus pulex minutus* de Gervais. La seconde, variant de 3 à 6^{mm}, serait le *N. Kochianus* Sp. Bate. La troisième, mesurant de 5 à 8^{mm}, est rapportée au *Gammarus puteanus* de Caspary et Hosius. La quatrième (12 à 14^{mm}) est assimilée au *N. fontanus* Sp. Bate[2]. La cinquième (12 à 18^{mm}) est déterminée comme étant le *N. stygius* de Schiödte et le *N. puteanus* de Koch. Enfin, à ces cinq formes observées à Munich, M. de Rougemont en ajoute une sixième trouvée à Neuchâtel, dans un puits, et mesurant 33^{mm} de longueur. Outre ses dimensions colossales, l'échantillon de Neuchâtel se distingue par un nombre considérable d'articles (51) aux antennes supérieures et une disparition

[1] *Philippe de Rougemont*, Naturgeschichte von Gammarus puteanus Koch. Inaug. Diss. 8°, 40 pp. München 1875. — Plus récemment, M. de Rougemont a publié en français sous le titre de « *Etude de la faune des eaux privées de lumière*, 4° avec 5 pl., Paris, 1876, » un mémoire qui contient une traduction du travail précité ainsi qu'une description de l'*Asellus Sieboldii* et des observations sur une *Hydrobia* trouvée dans un puits à Munich.

[2] Nous reproduisons cette synonymie sous toutes réserves, par ce qu'il existe des contradictions entre le texte de M. de Rougemont (p. 23) et son tableau des espèces (p. 29) en ce qui concerne la troisième et la quatrième forme.

presque complète du fouet accessoire qui ne se montre plus que sous la forme d'une simple épine.

Il est regrettable que l'auteur, qui a dragué lui-même des Niphargus dans le lac de Neuchâtel, ne nous dise pas si ces Crustacés rentrent dans une des six formes qu'il établit pour les Gammarides des puits.

M. de Rougemont fut frappé de découvrir dans un seul puits cinq formes différentes et trouva difficile d'admettre que cinq espèces aussi voisines les unes des autres vécussent ensemble dans un espace aussi restreint. Il chercha vainement des échantillons de petite taille représentant le jeune âge des grandes formes. Sur environ une centaine d'individus il n'en a trouvé aucun dans les dimensions de 2 à 4 millimètres qui se rapprochât de la forme qui atteint 18 millimètres. Il se demanda alors d'où provenaient les grands échantillons et il arriva à la conclusion que ces cinq formes ne sont point des espèces, mais seulement des états différents de développement d'une seule et même espèce, le *Gammarus puteanus* Koch.

Il se passerait ainsi, suivant lui, quelque chose de semblable à ce que l'on voit chez les saumons qui, lorsqu'ils n'ont qu'une longueur de 6 pouces, présentent déjà des organes reproducteurs complétement développés et, malgré cela, continuent à croître jusqu'à ce qu'ils aient atteint une longueur de 5 pieds. Dans les Gammarus, comme dans les saumons, on verrait des formes caractéristiques apparaître à mesure que l'animal avancerait en âge. Ce naturaliste isola certaines formes dans le but de s'assurer si elles subissaient réellement des métamorphoses. L'expérience lui réussit. Il a vu des individus passer, par la mue, de la première forme (*Crangonyx subterraneus*) à la seconde (*Niphargus Kochianus*). Il a observé de même

la transformation de la quatrième forme dans la cinquième.

L'auteur conclut de là que les genres *Crangonyx* et *Niphargus* ne doivent pas être séparés puisqu'ils ne représentent que des états différents d'une même espèce. Il va ensuite plus loin et propose la suppression du genre *Niphargus* qu'il ne considère que comme le résultat d'une modification du *Gammarus pulex*.

Les faits sur lesquels s'appuie l'observateur neuchâtelois sont sans doute fort curieux et ont une grande portée. L'on ne peut nier qu'il y ait là des observations dignes au plus haut point d'attirer l'attention des zoologistes. Je crois cependant qu'on ne doit pas encore admettre sans réserve toutes les réunions d'espèces et de genres que l'auteur propose. A côté d'observations très-intéressantes exposées d'une manière ingénieuse, le mémoire de M. de Rougemont contient un certain nombre de points faibles qui empêchent que l'on puisse se laisser complétement convaincre. D'abord, la discordance entre les différentes parties du texte relativement au classement des anciennes espèces dans les différentes formes observées laisse planer des doutes sur la validité des identifications proposées. D'autres points augmentent aussi nos défiances à cet égard. Ainsi, la figure 4 de la planche I représente les deux derniers articles d'une patte qui sont censés être ceux des deux paires antérieures de la 4e, de la 5e et de la 6e forme. Or, si l'on compare cette figure avec celle qui a été donnée par Bate et Westwood du *Niphargus fontanus,* on voit qu'elle en diffère totalement. L'espèce des auteurs anglais serait encore plus difficile à reconnaître dans la figure 3 qui correspond à la seconde et à la troisième forme.

Les figures des deux paires de pattes antérieures de la première forme sont assez différentes de celles qu'ont données Bate et Westwood du *Crangonyx subterraneus*, et il est d'autant plus difficile de savoir si M. de Rougemont a eu réellement ce genre entre les mains qu'il ne nous dit pas si ses échantillons présentaient le telson entier et la dernière paire de pattes à une seule branche inarticulée, caractères importants qui servent à distinguer les Crangonyx.

Enfin, mes observations sur les Niphargus du Léman ne concordent pas avec celles de M. de Rougemont. Parmi les animaux de ce genre que M. Forel m'a communiqués il y en a de très-petits, mesurant 2^{mm} du devant de la tête à l'extrémité des dernières pattes sauteuses. Ces individus devraient donc rentrer dans la première forme de M. de Rougemont, qui comprend tous les échantillons ayant de 2 à 4^{mm}, et correspondre par conséquent au *Crangonyx subterraneus* Bate. Or, il n'en est rien. Ces jeunes individus présentent, il est vrai, certaines différences tenant à l'âge et consistant dans un nombre d'articles beaucoup moins grand aux antennes, dans une moins grande quantité de soies sur les diverses parties du corps, etc. Quant aux caractères génériques proprement dits, ils sont déjà accusés, et, en particulier, *les deux premières paires de pattes ont déjà les mêmes formes que chez l'adulte, et le telson est profondément fendu.*

Il me semble donc que, tout en tenant compte des observations de M. de Rougemont comme d'une indication fort utile sur les métamorphoses que peuvent subir les Crustacés du groupe dont il s'agit, on ne peut encore accepter d'une manière définitive les changements qu'il propose dans la classification des formes observées jus-

qu'à présent. Aussi ai-je conservé provisoirement le genre Niphargus, en en modifiant et en en complétant un peu la diagnose.

Dans l'état de confusion où se trouvent actuellement les espèces de ce genre, la détermination en est difficile, soit qu'on admette le classement de Schiödte et de Sp. Bate, soit que, avec de Rougemont, on ne considère les formes décrites que comme représentant des phases successives d'un même type.

Le Niphargus du Léman et celui que j'ai trouvé dans un puits des environs de Genève, bien que de taille assez différente et offrant entre eux quelques légères différences d'organisation, ne m'ont pas paru devoir être séparés autrement que comme variétés. Une fois ce premier point acquis, il m'a fallu rechercher si l'espèce était nouvelle et si elle cadrait avec une de celles qui ont été déjà décrites.

Elle m'a paru être bien distincte des *N. aquilex, fontanus* et *stygius.* Plus voisine du *N. Kochianus,* elle ne peut cependant pas être confondue avec lui.

Quant aux six formes de M. de Rougemont, il n'en est aucune à laquelle je puisse rapporter avec quelque probabilité et quelque confiance celles que j'ai sous les yeux. La figure de cet auteur, qui représente les deux derniers articles d'une patte des 4e, 5e et 6e formes, ressemble à ces mêmes parties dans mes échantillons ; mais, comme je l'ai déjà dit plus haut, cette figure est en discordance avec une partie de celles des auteurs cités.

Il sera toujours difficile d'avoir une opinion arrêtée sur le *Gammarus puteanus* de Koch qui a été décrit et figuré d'une manière tout à fait insuffisante. Cependant, le nom imposé par Koch a été en quelque sorte fixé dans la

science par les mémoires de Caspary et de Hosius qui ont donné d'assez bonnes figures de l'espèce. Aussi me semble-t-il que, jusqu'à preuve du contraire, l'on peut considérer le nom de *Gammarus puteanus* comme s'appliquant à l'espèce qui a été décrite et figurée par ces deux auteurs. Or, c'est d'elle que mes deux variétés semblent se rapprocher le plus, malgré de légères différences dans les proportions des propoda des deux premières paires de pattes. J'ai adopté en conséquence pour l'espèce le nom de *Niphargus puteanus*, Koch, mais en distinguant chacune des variétés locales par un nom spécial: la forme du Léman est le *N. puteanus*, var. *Forelii*, et celle trouvée dans un puits à Onex, le *N. puteanus*, var. *Onesiensis*. Je n'ai décrit complétement que la première et me suis contenté d'indiquer les différences qui existent entre elle et la seconde, en mettant sous forme de tableau celles qui m'ont paru bien tranchées. Quant à une comparaison détaillée avec le type des auteurs précédents, elle est impossible, parce que celui-ci n'a pas été décrit avec une exactitude suffisante.

On trouvera dans mon mémoire une description très-minutieuse de l'espèce basée sur l'inspection d'un grand nombre d'échantillons que M. Forel avait eu l'obligeance de me communiquer. J'espère avoir fait ressortir ainsi des caractères tirés d'organes souvent trop négligés, tout en évitant de mentionner comme spécifiques des particularités purement individuelles. Je me contenterai de signaler ici quelques points de l'organisation de ces crustacés qui me paraissent mériter d'attirer plus particulièrement l'attention des anatomistes.

Parmi les auteurs qui ont traité des espèces du genre

Niphargus, les uns disent positivement que les yeux font défaut; d'autres qu'ils sont sans pigment et non apparents, ce qui revient à dire qu'ils ne les ont pas aperçus; d'autres enfin, les décrivent comme jaunes ou comme imparfaitement formés. M. Plateau affirme qu'ils existent, mais sont privés du pigment. Il ressort toutefois de son mémoire qu'il ne les a pas vus et ne s'est convaincu de leur existence que par des expériences physiologiques qui lui ont démontré que les Niphargus étaient sensibles à la lumière. M. de Rougemont a bien vu sur les côtés de la tête quelques tâches pigmentaires irrégulières, mais il ne croit pas à la présence d'un appareil optique. De mon côté, il ne m'a pas été possible d'apercevoir la moindre trace d'yeux ou même de dépôt de pigment.

M. De la Valette-Saint-George avait décrit et figuré de très-petits organes situés à la partie dorsale des segments et composés d'une petite capsule d'où sort un filament qui se bifurque. J'ai étudié avec un peu plus de détail ces organes singuliers auxquels j'ai donné le nom de *capsules sensitives* et j'ai constaté qu'ils se trouvent non-seulement sur les segments, mais aussi le long du bord antérieur de la tête et sur les deux premiers articles de la tige des antennes supérieures. La capsule, située au-dessous de l'enveloppe chitineuse, est ovoïde, mince, transparente et ouverte à ses deux pôles. Par l'orifice externe sort un filament hyalin et homogène, qui est droit sur la plus grande partie de sa longueur, s'arque ensuite vers le bout et a son extrémité obliquement tronquée. Une fine ligne foncée, indiquant probablement un sillon, commence près de son origine et va jusqu'à son extrémité distale. Aux $^4/_5$ environ de la longueur du filament, c'est-à-dire au point où celui-ci commence à s'ar-

quer, et du côté convexe de la courbure, un filament beaucoup plus fin se détache du précédent à angle aigu. Ce filament secondaire, déjà très-ténu à sa naissance, devient bientôt excessivement grêle et quelquefois difficile à suivre. Sa longueur dépasse passablement celle du filament principal. Quelquefois il n'existe que les parties que je viens de décrire; mais, dans d'autres cas, qui sont à ce que je crois les plus fréquents, la complication est un peu plus grande. Ainsi, il naît souvent deux ou trois filaments secondaires sur le principal. J'ai représenté aussi un filament d'aspect assez particulier, sans sillon longitudinal et émettant de son extrémité six ou sept filaments secondaires, grêles dès leur origine et dont l'un est particulièrement allongé.

Il m'est absolument impossible de rien préjuger sur les fonctions qu'ont ces capsules et leurs filaments, mais bien que je n'aie pas pu constater l'entrée d'un nerf dans leur intérieur, je pense qu'ils doivent avoir quelque fonction sensitive.

Les antennes portent plusieurs sortes d'organes sensitifs. Outre les *soies sensitives* qui sont organisées comme celles du *Gammarus neglectus*, si bien décrites par Sars, on y trouve des *cylindres olfactifs*, des *capsules sensitives*, des *soies olfactives* et enfin ce que j'appelle les *bâtonnets hyalins*. Ces derniers organes sont portés ordinairement par les articles de nombre pair, à partir du quatrième du fouet (var. *Onesiensis*) ou du sixième (var. *Forelii*) jusqu'au seizième. Le dernier article porte aussi un bâtonnet mais celui-ci est beaucoup plus court que les autres et de forme plus trapue. Il est situé tout à fait à l'extrémité de l'article, comme les soies au milieu desquelles il se trouve.

Les bâtonnets ont un diamètre assez uniforme sur

toute leur longueur, étant seulement un peu rétrécis dans leur région moyenne et légèrement renflés dans leur partie terminale. Leur extrémité est arrondie et entièrement fermée. A leur base ils ont un diamètre égal à la moitié ou aux deux tiers de celui du pédoncule des cylindres olfactifs ; leur longueur n'égale pas tout à fait la moitié de celle de ces derniers organes. Ils sont entièrement pâles, sans structure apparente ; on n'y distingue pas de membrane d'enveloppe. Dirigés dans le même sens que les soies et les cylindres olfactifs, ils sont presque droits, présentant tout au plus une légère ondulation. La longueur de ces bâtonnets est de $0^{mm},033$ à $0^{mm},038$ de longueur ; celui du dernier article n'a que de $0^{mm},008$ à $0^{mm},018$ de longueur.

Ces organes ressemblent tout à fait à ceux qui ont été figurés par Sars sur les articles de la tigelle extérieure des antennes supérieures de la *Mysis oculata*. Cet auteur les mentionne seulement comme « des appendices cylindriques particuliers, de nature très-tendre, qui se trouvent le long du bord interne de la première partie de cette tigelle. »

Dans un mémoire sur les organes sensitifs des antennes chez différents Crustacés, Claus a figuré une antenne de la seconde paire chez une Cypris, dans laquelle le bord interne du 3me article porte un appendice spadiciforme allongé qui ressemble aussi beaucoup aux bâtonnets hyalins des Niphargus. Mais chez la Cypris, cet organe a dans la première moitié de sa longueur une paroi chitinisée d'une certaine épaisseur, et l'auteur dit que chez les adultes il est plus gros que chez les jeunes, chitinisé dans toute son étendue et ressemble alors davantage aux organes de cette nature que l'on voit chez les insectes.

Je ne connais pas d'autres figures ou descriptions pouvant se rapporter à ces organes. Il est bien possible qu'ils aient été décrits dans un mémoire de Jarschinski[1] que je n'ai pas pu consulter et dont j'ai dû me contenter de reproduire le titre d'après le *Zoological Record.*

Aux antennes inférieures on trouve aussi des soies sensitives, des bâtonnets hyalins et des soies auditives.

Les organes buccaux et les pattes offrent des formes extrêmement variées de soies dont la disposition et le nombre m'ont présenté une constance remarquable dans les deux variétés étudiées comparativement.

Ce n'est pas ici la place d'entrer dans plus de détails sur la structure de ces Crustacés. Je me contenterai, en terminant, de reproduire le paragraphe dans lequel j'ai traité de l'habitat du Niphargus du Léman et discuté le problème de l'origine de ces Crustacés qui habitent les eaux privées de lumière.

« Quelle est l'origine des Gammarides aveugles que l'on rencontre dans les puits, dans les cavernes, dans les profondeurs de la mer et des lacs? Tel est le problème qui ne peut manquer de s'imposer à l'esprit de tous ceux qui étudient ces Crustacés. Deux solutions différentes peuvent en être données. Dans la première on admet que ces animaux ont été créés tels qu'ils sont aujourd'hui parce que, étant destinés à vivre dans des lieux privés de lumière, ils n'avaient pas besoin d'organes visuels. Cette explication, ou pour mieux dire, cette réponse, naguère la seule admise, ne satisfait plus aujourd'hui qu'un bien

[1] *Jarschinski* (*F.*), On the Leydigian organs of the antennæ of the Crustacea Amphipoda. — Premier congrès des naturalistes russes à St-Pétersbourg, 1868. 4°, pages 311-318 (Écrit en russe).

petit nombre de naturalistes et l'on peut faire valoir contre elle beaucoup d'arguments puissants. Il me suffira d'en citer un seul : c'est le fait que d'autres animaux vivant dans les mêmes conditions d'obscurité sont pourvus d'yeux parfaitement organisés. Ainsi, certains Gammarus du lac Baïkal habitant entre 50 et 500 mètres ont les yeux bien constitués et pourvus de pigment noir. Les *Munida* que l'on drague dans la mer, à des profondeurs de 1000 à 1200 mètres et plus, ont les yeux exceptionnellement développés et paraissant extrêmement sensibles. Les *Gnathophausia* draguées par les naturalistes du « Challenger » entre 1830 et 4020 mètres ont des yeux pédonculés normaux et en outre un œil accessoire sur chacune des maxilles de la seconde paire.

L'autre solution, se basant sur la théorie du transformisme, admet que ces êtres aveugles proviennent d'ancêtres pourvus d'yeux qui ont perdu peu à peu, par l'influence du manque d'usage, ces organes devenus inutiles. Une des meilleures preuves en faveur de cette manière de voir peut être tirée des transitions que nous observons dans certaines espèces. Chez quelques Gammarides du lac Baïkal on peut constater une tendance des organes visuels à devenir moins parfaits à mesure que l'animal habite des profondeurs plus considérables. Citons, comme exemple, les *Gammarus Ussolzewii* (var. *abyssorum*) et *G. Borowskii* (var. *dichrous*, subvar. *abyssalis*). Mais cette explication transformiste, qui est généralement acceptée aujourd'hui et qui me paraît être la vraie, ne nous donne pas le dernier mot du problème. On peut se demander entre autres, à propos de telle ou telle espèce aveugle, si son origine remonte à une époque très-ancienne ou si elle est relativement récente, si elle provient

de formes éteintes ou de formes existant encore aujourd'hui? Ces questions ont été quelquefois tranchées d'un trait de plume et cela a été, entre autres, le cas pour les Niphargus des cavernes et des puits. Le problème se présente cependant d'une manière assez complexe et me paraît exiger un plus grand nombre d'observations que l'on n'en possède jusqu'à présent pour pouvoir être considéré comme complètement résolu. Je crois même qu'il est impossible d'arriver aujourd'hui à rien de précis sur l'origine des Niphargus; on peut seulement avoir la prétention d'indiquer des probabilités et de déblayer le terrain en faisant disparaître certaines idées fausses.

Le Niphargus du Léman vit à une profondeur de 30 à 300 mètres. Or, d'après les observations de M. Forel[1] l'action chimique des rayons solaires dans les eaux du lac cesse de se faire sentir en été au-dessous de 40 ou 50^{m} et en hiver au-dessous de 80 ou 100^{m}. Par conséquent, bien qu'habitant une nappe d'eau découverte, ce Crustacé se trouve soumis, dans la plus grande partie de la zone qu'il occupe, aux mêmes conditions d'obscurité que ses congénères enfermés dans les puits ou les cavernes. On semble donc être en droit de conclure que c'est sous l'influence de ce milieu obscur que notre espèce a perdu ses organes visuels. C'est cette explication qui a été proposée par les naturalistes qui ont cherché à se rendre compte de l'origine des Niphargus des puits et des cavernes. Quelques-uns sont même allés plus loin et ont voulu les faire dériver directement du *Gammarus pulex*. Je ne puis partager cette dernière manière de voir qui

[1] F.-A. Forel, Recherches photographiques sur la transparence de l'eau. *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*, 2e série, vol. XIII, 1874, n° 72, p. 24.

me paraît d'un Darwinisme étroit et je pense que, tant pour le Niphargus du Léman que pour ceux des autres lieux obscurs, il y a de fortes raisons à faire valoir contre cette théorie du *G. pulex* se transformant partout en Crangonyx et en Niphargus. Voici les principales de ces objections :

1° Autant que nous le savons jusqu'à présent le *G. pulex* ne descend qu'à une faible profondeur au-dessous de la surface et il existe une zone dépourvue de Gammarides s'étendant entre le niveau inférieur auquel on cesse de trouver le *G. pulex* et le niveau supérieur qu'atteint le Niphargus. Ce fait serait bien difficile à expliquer si le Niphargus provenait du *G. pulex*. On devrait au contraire dans ce cas, trouver des représentants de cette dernière espèce à toutes les profondeurs et même rencontrer des individus établissant des passages entre une des formes et l'autre.

2° Si les Niphargus provenaient du *G. pulex* et avaient dans leur jeune âge, comme le prétend M. de Rougemont, la forme du *Crangonyx subterraneus*, nous nous trouverions en présence de faits complétement opposés aux lois générales du développement. On sait, en effet, que les caractères qui séparent deux représentants d'un même groupe sont moins marqués dans le jeune âge que dans l'âge adulte. Des formes qui se ressemblent pendant les premières phases de leur développement, peuvent diverger ensuite d'une manière très-frappante. Cette loi embryogénique et phylogénique se vérifie tout particulièrement chez les Crustacés où des affinités, très-marquées chez les larves, disparaissent presque complétement chez l'animal adulte. Or, que voyons-nous dans les Gammarides qui nous occupent?

Chez les Gammarus proprement dits la dernière paire de pattes sauteuses est birameuse ; le *Gammarus pulex* a même les deux rameaux presque égaux. Les Niphargus ont ces rameaux très-inégaux, mais ils existent encore tous deux. Chez les Crangonyx, au contraire, il n'y a plus qu'un seul rameau. Les Crangonyx représentent donc, sous ce rapport, un type plus éloigné du Gammarus pulex que ne le sont les Niphargus. On comprendrait donc un développement dans lequel le second rameau hérité de l'ancêtre existerait pendant le jeune âge et disparaîtrait ensuite, par atrophie, dans un âge plus avancé ; en d'autres termes, une phase de Niphargus arrivant ensuite à l'état de Crangonyx. L'inverse, c'est-à-dire une métamorphose du genre de celle qu'a observé M. de Rougemont, nous paraît en désaccord avec tout ce que nous connaissons des métamorphoses des Crustacés.

Le même renversement anomal des lois du développement se remarquerait à propos du telson qui est double chez les Gammarus, d'une seule pièce, mais profondément fendu chez les Niphargus, et tout à fait entier chez les Crangonyx. En adoptant la théorie de M. de Rougemont, il faudrait donc encore admettre ici que les Niphargus diffèrent davantage pendant leur jeune âge du Gammarus pulex dont ils proviennent qu'ils n'en diffèrent à l'état adulte.

3° Si l'on considère les Eriopis comme devant être réuni aux Niphargus, on a de la peine à comprendre comment ces Gammarides marins seraient provenus du *Gammarus pulex* des eaux douces et se trouveraient dans la mer du Nord et dans la mer Noire.

4° Nous voyons les Niphargus répandus dans les eaux privées de lumière d'une grande partie de l'Europe,

aussi bien dans les puits et dans les cavernes que dans le fond des lacs. D'autre part, dans le lac Baïkal, si bien exploré par M. Dybowsky qui y a trouvé 97 espèces de Gammarides, parmi lesquels on compte le *Gammarus pulex*, il ne paraît exister aucune espèce de Niphargus [1]. Cet immense lac offre cependant des profondeurs bien plus considérables que celles du lac Léman et du lac de Neuchâtel, et les rayons solaires, plus obliques en Sibérie qu'en Suisse, doivent y faire sentir leur action encore moins profondément que dans nos eaux. Ajoutons que le nombre surprenant des espèces qui habitent le Baïkal et la variété de leurs formes tendraient à faire supposer que cette vaste nappe d'eau a une faune plus ancienne que celle des lacs de la Suisse et que les causes modificatrices ont eu, par conséquent, plus de temps pour y agir sur les espèces.

Ces diverses considérations me font croire que les Niphargus sont un genre ancien qui descend d'une forme aujourd'hui éteinte, comme c'est évidemment le cas pour le Protée, les Leptoderus, les Anophthalmus, etc. Quant à la question de savoir si les Niphargus des lacs sont des colonies provenant des animaux du même genre qui habitent les eaux souterraines ou si c'est l'inverse qui a eu lieu, elle est difficile à résoudre et même la solution en est complexe. En admettant que le genre Niphargus ait apparu avant l'époque glaciaire, il est impossible de rien dire sur son premier lieu d'origine. Mais, en ne prenant pas la question de si haut et en ne considérant que la faune actuelle, je serais disposé à croire que nos Niphar-

[1] On connaît un Crangonyx provenant des eaux souterraines du Kamtschatka.

gus des lacs suisses sont provenus de ceux qui habitent les eaux souterraines. Arrivés dans les lacs, ils se seraient acclimatés dans les profondeurs où se trouve l'obscurité qu'ils recherchent. Dans cette zone plus ou moins complétement obscure, ils se sont trouvés dans des conditions qui leur permettaient d'exister tandis que dans la zone éclairée ils n'auraient pas pu échapper à leurs ennemis et soutenir la concurrence contre leurs collègues pourvus d'organes visuels. En considérant les dimensions plus grandes qu'atteignent les formes vivant dans les puits, il semble que celles des lacs, bien qu'habitant des eaux plus vastes, se trouvent dans des conditions moins favorables à leur développement et sont en quelque sorte atrophiées. »

SUR QUELQUES RECHERCHES

FAITES DANS LE

LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE

DE GENÈVE

Communiqué par M. le professeur SCHIFF.

Le laboratoire de physiologie de Genève fait partie de la nouvelle École de Médecine et a été fondé avec cette dernière dans la seconde moitié de l'année passée. Les localités sont excellentes, l'installation est bonne, mais le temps et l'occasion nous ont manqué pour pourvoir le nouveau laboratoire de *tous* les appareils importants dans l'étude de la physiologie moderne. Cependant nous avons déjà pu nous en procurer un bon nombre qui nous ont permis, dans les derniers mois de l'année passée, de continuer quelques recherches expérimentales déjà commencées dans le laboratoire de Florence et d'en faire quelques nouvelles. Une série de ces recherches nouvelles a été faite par M. Lautenbach, un jeune médecin américain très-distingué, qui est venu à Genève pour se perfectionner dans l'étude de la physiologie expérimentale. Nos recherches originales et en grande partie celles de M. Lautenbach ont été faites en collaboration avec M. Darier, notre préparateur, dont le zèle nous a surtout facilité les travaux nécessaires pour l'installation du laboratoire.

Nous allons passer en revue les expériences qui nous ont principalement occupés dans le courant des mois passés.

I

Formation de la pepsine avant et après la mort,

Par M. le professeur SCHIFF.

Des recherches dont nous avions donné un aperçu dans la *Nazione* de 1872 et qui ont été continuées depuis, autant que nous avons pu disposer de chiens convenables (et ces expériences commencées sur des chiens ne peuvent être continuées que sur la même espèce animale, et il en faut des individus vigoureux et en bonne santé) font supposer que le principe actif de la digestion stomacale, la *pepsine*, ne se forme pas seulement pendant la vie, mais que sa quantité, mesurée par sa puissance digestive, augmente encore considérablement après la mort, si l'estomac se trouve en infusion dans une quantité suffisante d'eau acidulée.

Cette augmentation peut durer jusqu'à deux ou trois semaines après la mort. Un estomac qui, dans les meilleures conditions pour la digestion, pouvait dissoudre le premier jour après la mort, et dans une infusion de 200 à 400 centimètres cubes d'eau acidulée, 80 à 90 grammes d'albumine cuite (quantité calculée d'après le pouvoir dissolvant d'une petite portion de l'infusion, qui fut remplacée par une quantité égale d'eau acidulée), pouvait dissoudre dans la troisième semaine, avec une quantité d'eau proportionnelle à l'augmentation du pouvoir digestif, jusqu'à la quantité presque inouïe de 60 à 75 kilogrammes d'albumine.

Cette augmentation pouvait venir ou de ce que la pepsine, encore contenue dans les cellules stomacales, se dissout très-lentement et difficilement dans l'eau acidulée, ou parce que la totalité de la pepsine *active* ne se trouve pas encore formée au moment de la mort, et ne se forme que lentement dans l'infusion, par une espèce de décomposition cadavérique d'une autre substance (propepsine) préformée dans l'intérieur de l'estomac.

La première supposition, qui attribuerait l'augmentation du pouvoir digestif observée dans l'infusion à la difficile solubilité de la pepsine préformée n'est pas soutenable. Une partie des faits qui sont contraires à cette supposition se trouvent déjà exposées dans mes publications antérieures et plusieurs observations que j'aurai à communiquer dans la suite de cet article sont incompatibles avec une telle hypothèse. Nous sommes donc forcés d'admettre la seconde supposition, qui regarde la vraie pepsine active du suc gastrique comme le produit de la décomposition ou d'une modification chimique d'une autre substance, qui se trouve toujours déposée dans les glandes stomacales, et qui se transforme en véritable pepsine, ou pendant la vie sous l'influence de la présence dans le sang de certaines substances que j'avais désignées comme *peptogènes*, ou après la mort en présence de l'eau ou d'un acide dilué.

Ce ne serait pas le seul cas en physiologie dans lequel la décomposition cadavérique produirait la même modification chimique que le maximum de l'activité pendant la vie.

L'observation nous avait montré depuis longtemps que pendant la vie, après que la pepsine était usée par un repas copieux, celle-ci manquait dans l'estomac. Des frag-

ments d'albumine, introduits par une fistule stomacale, n'étaient pas digérés pendant plusieurs heures de suite. Ces fragments, malgré que la secrétion stomacale fût acide, se conservaient intacts dans l'estomac jusqu'à ce qu'une nouvelle absorption de substances peptogènes produisît une nouvelle quantité de pepsine active. Cette absorption pouvait être provoquée ou par l'injection des peptogènes dans l'estomac ou dans le rectum, dans le tissu cellulaire ou directement dans le sang. Dans ces derniers temps, nous avons encore répété ces expériences, qui ont trouvé des contradicteurs, nous les avons répétées dans la leçon et dans le laboratoire en présence des élèves et de beaucoup de médecins, nous les avons fait répéter par nos élèves dans des séries prolongées d'observations; jamais ces résultats ne nous ont fait défaut, bien que quelquefois, si le repas préparatoire était ou insuffisant ou n'était pas encore entièrement digéré au moment de l'introduction de l'albumine, celle-ci après 5 ou 6 heures eût encore montré un faible commencement de digestion, une faible diminution, qui cependant disparaissait vis-à-vis de l'expérience de contrôle, dans laquelle le chien, qui pouvait absorber des peptogènes, eut digéré le tout ou presque le tout. Et plusieurs fois j'ai eu l'occasion de montrer de nouveau, que si l'on ne fait pas l'expérience dans les premières 6 ou 8 heures après la fin de la digestion du repas préparatoire, si on attend jusqu'à ce que l'animal à jeun arrive à un certain degré de l'*autodigestion*, il se forme de nouveau dans l'estomac une certaine quantité de pepsine active. J'ai déjà dit dans ma première publication que cette pepsine, qui vient des peptogènes de l'autodigestion et dont la formation commence à peu près à la 20me heure de l'expérience, peut, par l'influence d'une abstinence

prolongée, s'accumuler dans l'estomac jusqu'à un degré qui le rend plus riche en pepsine que ne l'est ordinairement l'estomac pendant la digestion. Cette observation a été répétée dans mes leçons publiées sur la physiologie de la digestion, parce que je l'ai toujours regardée comme un appui et une conséquence inévitable de ma manière de voir. Et néanmoins il y a des auteurs qui osent invoquer ce fait contre ce qu'ils appellent ma « théorie » et qui veulent faire croire que si j'avais connu ce fait, j'aurais peut-être modifié mes vues sur la sécrétion de la pepsine.

Au lieu de faire l'expérience directe dans la fistule stomacale de l'animal vivant, j'avais autrefois recommandé encore une autre méthode, pour s'assurer de l'influence de l'absorption des peptogènes sur la quantité de pepsine disponible dans l'estomac. On prend deux chiens dans des conditions égales et après la fin de la digestion d'un repas préparatoire très-abondant, on donne au premier des peptogènes pendant que le second reste sans absorption. On les tue rapidement (par la section du bulbe rhachidien), après 4 à 6 heures on s'assure encore une fois que dans le second chien il n'y a pas d'absorption ni de lymphatiques blancs, et l'on fait l'infusion des deux estomacs, préalablement bien lavés, avec 100 à 200 grammes d'eau acidulée. L'infusion reste à peu près 40 minutes à l'étuve ou pendant un temps proportionnel à la température ambiante, puis on la filtre et après avoir augmentée convenablement l'acide, de sorte que le degré d'acidité est le *même* dans les deux infusions, on en examine le pouvoir digestif. On trouve de cette manière que le chien qui avait reçu les peptogènes digère (calculé pour la totalité de

l'infusion) 70 à 100 grammes d'albumine cuite, l'autre chien digère *beaucoup* moins et à peine le tiers.

Je reviendrai plus tard sur ces faits pour examiner s'ils sont constants et pourquoi leur reproduction n'a pas réussi dans la main de plusieurs expérimentateurs. Pour le moment, je veux m'en servir pour élucider un autre point.

Les séries d'observations faites dans la fistule de l'estomac vivant et cette dernière série sur la puissance digestive de l'estomac immédiatement après la mort, indiquent que les estomacs des chiens qui n'avaient pas absorbé des peptogènes depuis le dernier repas préparatoire contiennent beaucoup moins de pepsine active dans des conditions physiologiques. La différence est telle que la digestion se réduit presque ou complétement à zéro si on met des cubes d'albumine dans l'estomac vivant. Il était donc intéressant de voir si cette différence serait maintenue, si en augmentant la quantité d'eau acidulée et en attendant le temps convenable, on permettait à ces infusions de se saturer avec le maximum de pepsine qui pouvait être extraite de ces estomacs.

Contrairement à ce que j'avais attendu, j'ai dû constater que déjà le 4me jour de l'infusion (maintenue dans la température ambiante) le pouvoir digestif des deux séries d'estomacs était devenu *égal*, avant que j'eusse augmenté la quantité d'eau acidulée. J'ai quelquefois dû constater ce résultat singulier à la fin du second et pendant le troisième jour. Quand enfin le maximum était atteint, je ne le trouvais pas inférieur et souvent un peu supérieur pour les estomacs qui n'avaient pas absorbé.

Ces faits contiennent une des preuves que ce n'est pas la lenteur et la difficulté de la solubilité de la pepsine sto-

macale active, qui nous aurait trompé, en nous donnant l'apparence d'une formation ou d'une métamorphose post-mortale de cette substance. Ceci soit dit en passant; dans une publication plus détaillée je développerai le raisonnement qui, appuyé sur ces faits, nous force à renoncer à plusieurs hypothèses qui pourraient se présenter, et qui essayeraient d'expliquer les faits d'une manière différente. On pourrait toutefois admettre que l'action des peptogènes ou de la décomposition se bornerait à changer l'état de solubilité d'une partie de la substance préformée, mais avec cette manière de voir on s'éloignerait très-peu de la nôtre, car un changement dans l'état de solubilité est toujours une modification chimique, bien qu'elle soit très-légère.

Et on comprend que cette modification légère serait très-importante sous le point de vue physiologique, parce qu'elle change essentiellement les propriétés du liquide.

Pendant que nous étions occupé de ces recherches, MM. Grützner et Ebstein à Breslau [1], sans connaître les faits que nous avions déjà publiés dans la *Nazione*, sont arrivés par d'autres faits à un résultat analogue, c'est-à-dire à admettre que la formation de la pepsine dans l'estomac est précédée par la formation d'un autre corps déposé dans les glandes stomacales et qui se transforme en pepsine active. Cette transformation, selon ces auteurs, est favorisée par la décomposition, dans les acides et dans les solutions salines. La décomposition, selon eux, est empêchée par la glycérine. Je n'ai pas d'expériences propres sur plusieurs de ces sels, mais, quant à la glycérine, elle m'a paru plutôt ralentir qu'empêcher la formation de la

[1] Pflügers Archiv, 1874, p. 136.

pepsine active dans des estomacs qui en étaient privés. Je donnerai dans une autre occasion mes expériences sur ce sujet.

La connaissance nouvellement acquise de la formation postmortale d'une quantité de pepsine active dans les liquides acidulés justifie complétement les règles que, appuyé sur une longue série d'expériences, j'avais données pour l'infusion de l'estomac dans les cas où il s'agit de prouver l'influence de l'absorption de substances peptogènes et explique pourquoi certains auteurs, qui n'ont pas suivi ces règles, qui notamment ont fait digérer à l'étuve l'infusion pendant plusieurs heures, ou qui ont trop tardé de s'en servir, ont pu arriver à des résultats contraires, en trouvant beaucoup plus de pepsine que le maximum que j'avais indiqué pour les estomacs non saturés. Mais, même en suivant ces règles, on n'est pas toujours à l'abri de l'erreur, et de la pepsine active peut se former pendant le temps de l'infusion et plus encore pendant la digestion de l'albumine dans le liquide acide. Moi-même, j'ai été pendant quelque temps dupe de ces erreurs.

Malgré les contradictions de quelques auteurs, qui se sont servi pour la fistule d'une méthode différente de la mienne, les expériences sur l'estomac vivant m'ont toujours très-bien réussi et ont donné des résultats identiques dans toutes les localités, toutes les conditions. Bien que ces observations directes et immédiates sur l'organisme dans ses conditions physiologiques aient toujours été l'appui principal de ma doctrine et aient suffi pour la défendre, j'ai voulu répéter dans le nouveau laboratoire physiologique de Florence les expériences sur l'infusion de l'estomac, qui avaient donné des résultats si tranchés à Berne et dans les premières années de mon séjour à Flo-

rence, où je me servais pour l'infusion de l'eau du jardin botanique. Le résultat d'une nouvelle série d'expériences, dans lesquelles je me servais de l'eau plus pure et salubre de la nouvelle canalisation qui existe depuis peu à Florence, me parut donner un démenti complet et ne correspondait nullement à mes prévisions. Il y avait toujours plus de pepsine que je n'en attendais, et généralement il n'y avait qu'une différence insignifiante ou nulle entre les estomacs qui avaient absorbé des peptogènes et les autres. C'était le résultat obtenu par les adversaires de la doctrine peptogénique. Au commencement, je répétai mes expériences pour m'assurer davantage des conditions expérimentales. Je me trouvai toujours battu par moi-même jusqu'à ce que la découverte de la formation postmortale de la pepsine m'eût donné la clef de cette contradiction étrange. C'était l'eau plus pure, moins empreinte de substances salines, qui avait favorisé la décomposition de la *propepsine*. Le changement de l'eau était une des circonstances à laquelle j'avais à peine pensé pendant que je m'épuisais en conjectures. L'eau de Genève partage sous ce point de vue les propriétés de l'eau des nouveaux conduits de Florence. Une infusion stomacale, tenue à l'étuve avec cette eau, se charge déjà de pepsine nouvellement formée en moins d'une demi-heure.

Pour justifier mes soupçons et pour me mettre à l'abri contre les insuccès, je devais donc chercher une substance qui, ajoutée à l'eau, pût empêcher la décomposition de la propepsine sans préjuger l'action de la pepsine déjà formée. J'essayai en premier lieu le borate de soude et j'arrivai bien à limiter la décomposition pendant l'infusion avec une solution de 1 $^1/_4$ % de cette substance non acidifiée, mais pendant la digestion avec

l'albumine je dus m'apercevoir que l'action physiologique de la pepsine en avait bien souffert une diminution notable. Néanmoins, mettant les deux estomacs dans les mêmes conditions, je vis apparaître de nouveau la prédominance digestive de celui qui avait absorbé. Mais il n'y avait qu'une *prédominance*, il s'était formé un peu de pepsine nouvelle pendant la digestion.

J'essayai le phosphate acide de chaux qui ajouté à l'eau de l'infusion à la dose de 1 $^1/_2$ $^0/_0$ empêchait la transformation jusqu'à un certain degré, mais incomplétement. Le chlorure de sodium était un peu supérieur, mais enfin je trouvai dans le carbonate simple de soude crystallisé à 1 $^1/_2$ $^0/_0$, que M. Heidenhain avait employé pour empêcher la fermentation dans le pancréas, un sel qui correspondait beaucoup mieux que les autres. L'estomac lavé est infusé avec un sel, après le temps convenable on décante 20 c. cubes de l'infusion, on la neutralise exactement avec H Cl., on filtre et on ajoute au liquide filtré encore de l'eau acidulée avec H Cl. jusqu'à l'acidité convenable, et absolument égale pour les deux infusions qu'on veut comparer entre elles. La digestion dans l'étuve avec de l'albumine montre plus que les autres sels employés une grande supériorité de l'estomac qui a absorbé, bien que les différences que l'on obtient et les quantités *absolues* d'albumine qui se digèrent dans les deux flacons, soient moindres que celles que nous donnait la méthode ordinaire sans addition de sel. La diminution de l'action absolue de la pepsine ne peut pas venir en considération, puisqu'elle est la même pour les deux flacons. Nous avons fait d'après cette méthode une série d'expériences, nous avons examiné l'action d'autres sels, qui n'était pas plus complète, et nous nous sommes persuadés qu'en tenant

compte des erreurs possibles et en les prévenant par la voie indiquée, la méthode de l'infusion peut servir à réfuter quelques objections qu'on pourrait formuler contre les expériences avec la fistule stomacale, mais que pour démontrer les faits qui font l'objet de ce mémoire, la méthode de la fistule est la plus évidente, la plus simple, la plus immédiate et la plus naturelle. Encore pendant ce mois de janvier nous tenons dans le laboratoire un de nos chiens avec une large fistule stomacale, pour donner l'occasion aux élèves et aux médecins qui suivent nos cours, de répéter les expériences et de se persuader par eux-mêmes de l'exactitude et de la constance des faits indiqués dans ce mémoire.

Avant d'exposer le résultat d'autres recherches qui appartiennent plus particulièrement à notre nouveau laboratoire je laisse la parole à M. Lautenbach pour une communication sur une série d'expériences qui forment, pour ainsi dire, la continuation de recherches que nous avions déjà commencées à Berne et continuées à Florence et qui ont été le sujet de longues discussions. Il s'agit de l'influence exercée par un courant galvanique *constant* qui parcourt un trajet limité d'un nerf sur l'effet d'une irritation qui est faite sur un autre point du même nerf.

Cette nouvelle série de recherches, commencées à Genève, se distingue des précédentes, et surtout de la dernière que j'ai publiée en commun avec M. Alexandre Hertzen : 1° En ce que, toutes les grenouilles mises en expérience ne se trouvaient en captivité que depuis très-peu de temps. 2° En ce que la plupart des grenouilles appartenaient à l'espèce *R. temporaria* pendant qu'à Florence nous nous sommes servis exclusivement de la *R. esculenta.* Par ce point en apparence insignifiant on s'approche

d'avantage des conditions dans lesquelles se trouvaient les expérimentateurs allemands qui sont arrivés à des résultats qui nous ont toujours paru trop exclusifs. 3° En ce qu'on a pu se garantir par des expériences de contrôle contre certaines sources d'erreur que j'ai signalées dans le Nuovo Cimento dans un mémoire intitulé « Sulla polarità secondaria » et qui est postérieur à notre travail en commun avec M. Hertzen. 4° En ce qu'on a pu mieux se garantir contre l'excitation unipolaire. 5° En ce que pour éviter autant que possible les inégalités dans le temps variable de fermeture du couraut irritant, et pour donner à la courbe de la fermeture toujours la même forme, on s'est servi pour fermer le courant de la chute d'un corps pesant de la même hauteur. C'est ce qu'avait déjà fait Pflüger en se servant d'un appareil électro-magnétique avec fermeture en mercure. Nous avons cru devoir nous méfier de l'égalité d'une fermeture par une pointe qui tombe dans le mercure et nous nous sommes servis d'un contact de platine. Un levier pesant qui se meut dans une charnière et qui tombe toujours de la même hauteur au moment où on lui retire son appui, porte une pointe de platine qui tombe sur une lame du même métal. Les tremblements sont exclus. Enfin, 6° Au lieu du rhéostat liquide nous nous sommes servis d'un rhéocorde métallique à bouchons, imité d'un modèle dont se servait Magnus à Berlin, et qui prend beaucoup moins de place que le rhéocorde à bouchons qui est généralement en usage. Le rhéocorde servait ordinairement comme *dérivation* du courant, les cas exceptionnels dans lesquels il servait comme résistance seront signalés particulièrement.

II

Note sur l'effet de l'irritation d'un nerf parcouru par un courant constant,

Par M. le Dr B.-F. LANTENBACH.

Nobili [1] et Matteucci [2] ont montré depuis longtemps qu'un nerf parcouru par un courant constant ne répond pas à une irritation faite soit au-dessus soit au-dessous de la portion parcourue par le courant. Valentin [3] et Eckhard [4] ont les premiers éclairci cette question par leur consciencieuse méthode; mais ils n'ont employé dans leurs expériences que des courants très-intenses. D'après ces auteurs l'irritation est diminuée aussi bien dans le voisinage du pôle positif que dans celui du pôle négatif.

Pflüger [5], se servant de courants plus faibles, a trouvé que dans le voisinage du pôle négatif du courant constant l'irritabilité du nerf est plus grande. Pour le pôle positif c'est le contraire qui a lieu.

M. Schiff [6] fut le premier qui fit une opposition *sérieuse* aux théories de Pflüger. Il trouva qu'un nerf donne les résultats obtenus par Pflüger, seulement au commencement; plus tard il donne des résultats contraires. Dans d'autres expériences il obtint toujours une diminution de l'irritabilité du côté du pôle négatif, et le contraire au positif.

[1] Annales de chimie et de phys., mai 1850.
[2] Essais.
[3] Lehrbuch der Phys. Bd. II.
[4] Beiträge z. Anat. und Phys. Heft 1, 1855, etc.
[5] Physiol. d. Electrotonus, 1859, etc.
[6] Lehrb. d. Physiol., 1859.

Plus tard, Munk[1] observa que la contraction d'un muscle, dont le nerf est soumis à une irritation, est plus forte si ce nerf est parcouru par un courant polarisant de même direction que le courant irritant. Mais si les deux courants sont dirigés en sens contraire, la hauteur de la contraction musculaire est moins considérable.

Valentin, dans de nouvelles expériences, a vu que, avec des courants faibles, il y avait une augmentation de l'excitabilité par la proximité des deux pôles indifférem-ment. Toutes les observations de ces deux auteurs, ainsi que celles plus récentes de MM. Schiff et Herzen[2], semblent être restées dans l'oubli, et l'on trouve partout, aujourd'hui encore, les conclusions de Pflüger énoncées sous forme de *lois*. Et M. Wundt[3], lui-même, qui accepte ces *lois*, parle d'une augmentation d'excitabilité du côté de l'anode, ce qui est en flagrante contradiction avec les expériences de Pflüger.

Dans nos expériences, le courant irritant était toujours appliqué plus près du muscle que ne l'était le courant constant (polarisant). La distance entre les deux pôles, soit du courant constant soit du courant induit, était de 4 à 6 millimètres, et la distance qui séparait les deux courants était de 5 à 11 millimètres.

La première partie de ces expériences (environ 90) fut faite seulement pour examiner la question ; mais avec des courants irritants minima, avec le pôle négatif plus près de l'extrémité périphérique du nerf.

[1] Moleschott's Unters. 1867.

[2] Unters. z. Mechanik der Nerven, etc. p. 34-35.

[3] Archiv f. Anat. und Physiol. 1866.

IRRITATION SANS POLARISATION	Irritation avec Polarisation		Observations
	Polarisat. ascend.	Polarisat. descend.	
			Expérience 1
0.5	2		Les chiffres
1	0.5		représentent la
2	0	0	hauteur de
1	3.5		la contraction
1	3	0.5	musculaire
1	3	1	
1	3	1	
1	3	1	
2	3	0.5	
			Expérience 2
2	0.5	2	
1	0.5	3	
1	0.5	1	
1	0.5	1	
1.5	0.6	3	
2	1	3	
2	1	3	
			Expérience 3
0	3	3	Irrit., 2 élém.
0	4	4	Rhéoc. 3167 c.
0	3	3	Polaris., 2 élém.
0	2	2	
0	3	3	
0	3	3	
5	5	5	Irrit., 2 élém.
3	5	5	
			Expérience 4
0	5	5	Polaris., 3 élém.
0	5	5	Irritat., 2 élém.
0	5	5	Rhéoc., 3167 c.
5	3	5	» 2903 c.
4	1	5	
3	1	5	
0	5	5	» 3058 c.
0	5	5	
2	0	5	» 2955 c.
2	0	5	
2	0	5	
1	0	5	
0	0	5	
0	0	5	
			Expérience 5
0	5	5	Polaris., 2 élém.
0	5	5	Irritat., 2 élém.
0	5	5	Rhéoc., 3197 c.
1	5	5	» 3058 c.
2	5	4	
0	4	4	
0.5	1	4	
0.5	2	3	
1	0	4	
0	3	4	
2	4	0.5	Rhéoc., 2955 c.
2	1	1	» 2849 c.
4	1	2	» 2728 c.
3	0	3	» 2728 c.

Nous sommes donc forcés de conclure que : les résultats de Pflüger ne sont pas aussi absolus que le croient beaucoup d'auteurs. Un courant polarisant descendant produit *habituellement* une augmentation d'excitabilité au-dessous de son point d'application ; mais d'autres fois c'est une diminution qui a lieu, ou même aucun effet n'est visible. Dans la majorité des expériences faites avec un courant polarisant ascendant on obtient une augmentation de l'excitabilité.

Les mêmes résultats ont été obtenus avec des irritations chimiques du nerf (solution de chlorure de sodium, etc., etc.).

Trouvant dans un grand nombre de nos expériences, de même que MM. Schiff et Hertzen, que l'effet du courant polarisant varie avec l'intensité du courant irritant, nous avons fait une nouvelle série d'expériences pour éclaircir ce sujet.

Commençant avec des courants minima, nous trouvâmes d'abord les derniers résultats de Valentin ; puis avec un courant un peu plus fort, ceux de Pflüger, et enfin les résultats de Eckhard.

Le courant polarisant ne pourrait-il pas avoir aussi un effet, variant avec son intensité ? C'est ce que l'expérience nous a montré. 57 expériences nous donnèrent sans exception une confirmation de la thèse précédente. Voici quelques exemples.

Nous publierons plus tard la série complète, en décrivant en détail la méthode que nous avons suivie.

Irritation sans polarisation		Irritation avec polarisation		Observations
Intensité du courant.	Hauteur de la contraction	Intensité du courant constant.	Hauteur de la contraction	
centim.	mm.	centim.	mm.	*Expérience 1*
1 Daniell.	6	1 Daniell. Rhéocorde 38	6.2	Courant polarisant ascend[t]
	5.4		6.2	Courant irritant descend[t]
	6.4		24.6	
	19.5		21.2	
	6.1		22.8	
		Rhéoc. 33		
	5.8		14.2	
	6		22.1	
	13 8		20.2	
		Rhéoc. 48		
	4 8		21.4	
	6.6		20.8	
	6.4		21.3	
		Rhéoc. 53		
	20.2		6.2	
	19 2		16.6	
	12.2		6.2	
		Rhéoc. 33		
	14 8		20.6	
	13 9		15.4	
	13.5		14.1	
	12.1		15.8	
		Rhéoc. 56		
	14 8		14.8	
	16		15.4	
	9		14.2	
	13.8		10.8	
		1 Daniell.		
	12.8		1.9	
	12.6		4.2	
	13.3		4 8	
	13		3.1	
				Expérience 2
Daniell. Rhéoc. 691	16.1	1 Daniell. Rhéoc. 38	29.2	
	8.8		28.4	Courant polarisant descend[t]
	5 5		14.4	Courant irritant descend[t]
	17.3		24.3	
	5.5		11	
	12.2		14.5	
Rhéoc. 1308				
	3.8		3.8	
	3.8		3.8	
	3.8		3.8	
Rhéoc. 1214				
	4.2		0	
	2.1		0	
	5 1		0	

Irritation sans polarisation		Irritation avec polarisation		Observations
Intensité du courant	Hauteur de la contraction	Intensité du courant constant	Hauteur de la contraction	
centim.	mm.	centim.	mm.	
Rhéoc. 1009				
	1.6		0	
	10.1		0	
	7.2		0	
	8.2		4.9	
	29.9		6.3	
	29		0	
	9.1		0	
	8		0	
Rhéoc. 789	3.2		8.9	
	2.6		10.3	
	6.5		11.8	
	4		13.1	
	5.1		8.3	
Rhéoc. 691				
	5		19.	
	5.8		11.2	
	2		4.5	
	10.1		11.6	
	0		4	
	0		3.5	
Rhéoc. 488				
	4		4	
	3.6		3.4	
	3.6		3.4	
	7.2		4	
Rhéoc. 223				
	4		4	
	1		4	
	4		4	
Rhéoc. 186				
	3.5		0	
	9.5		2.6	
	3.8		3.2	
	3.9		3	
1 Daniell.				
	8.7		3.8	
	9.0		7.9	
	18.9		10.2	
	16.1		12.6	
		Rhéoc. 33		
	9		8.2	
	15.5		15.9	
	8.2		26.2	
	12.1		25.1	
		Rhéoc. 38		
	21		8.2	
	31.1		8.2	
	10		8.2	

Irritation sans polarisation		Irritation avec polarisation		Observations
Intensité du courant	Hauteur de la contraction	Intensité du courant constant	Hauteur de la contraction	
centim.	mm.	centim.	mm.	
	14.9		9.2	
2 Daniell.				
	22.2		14.1	
	16.5		7.5	
	33.5		31	
	37		7.2	
		Rhéoc. 48		
	7.2		10.3	
	12.1		12.1	
	29.4		14.3	
	28.6		14.1	
		Rhéoc. 56		
	6.7		22.1	
	6.4		7.6	
	3.2		13.4	
	3.2		3.5	
		Rhéoc. 53		
	3.2		3.2	
	3.2		3.2	
	3.2		3.2	
		Rhéoc. 48		
	10.1		3.4	
	13.3		3	
	7.2		3.1	
1 Daniell.				
	3.1		7.4	
	3		7.1	
	3		7 2	
		Rhéoc. 50		
	2.5		7.1	
	2.1		7.2	
	2		12	
				Expérience 3
1 Daniell.		1 Daniell.		
	3.2	Rhéoc. 57	5.1	Courant polarisant descend[t]
	4.8		7.3	Courant irritant descend[t]
	4.2		7	
		Rhéoc. 48		
	5.1		5.1	
	5.1		5.1	
	5.1		5	
		Rhéoc. 43		
	9		5.8	
	10.1		6	
	10.1		4 9	
	11.9		5	
	7.1		3.5	
	8		6.1	Courant polarisant descend[t]
	9.1		6.1	

Irritation sans polarisation		Irritation avec polarisation		Observations
Intensité du courant	Hauteur de la contraction	Intensité du courant constant	Hauteur de la contraction	
centim.	mm.	centim.	mm.	
	9.2		7.3	
		Rhéoc. 28		
	3		3.4	
	5		7.8	
	0		7.2	
	4		7.1	
	1.9		7.8	
	7		5.5	Courant polari-
	7.1		6.2	sant ascendt
	7.6		6.6	
	7.8		0	
	7		0	
	8.9		1.4	
	7		6.1	
	7.2		5.9	
		Rhéoc. 18		Courant polari-
	7.3		7.3	sant descendt
	6		6	
	6		6	
	6		6	
	6		6	
	7.1		5.2	Courant polari-
	5.3		3.1	sant ascendt
	6.2		5	
		Rhéoc. 8		
	7		5.9	
	6.1		6.1	
	4.5		0.6	
	5		1.9	
	5.1		2.4	
	0 4		7	Courant polari-
	0		4.3	sant descendt
	0.5		7.9	
	0 3		5.8	
		2 Daniell.		
	3.1		0	
	4.2		0	
	3.1		0	
	4.2		0.5	Courant polari-
	4.5		0.6	sant ascendt
	4 4		0.5	
		Rhéoc. 8		
	1.5		0	
	4.2		0	
	3.1		1.2	
	0		3	Courant polari-
	0		4	sant descendt
	0		2.8	

Irritation sans polarisation		Irritation avec polarisation		Observations
Intensité du courant	Hauteur de la contraction	Intensité du courant constant	Hauteur de la contraction	
centim.	mm.	centim.	mm.	
2 Daniell.		1 Daniell.		*Expérience 4*
	16.7	Rhéoc. 55	9.8	Courant polari-
	15.9		11.7	sant ascendt
	16		15.4	Courant irri-
1 Daniell.				tant descendt
Rhéoc. 1261	9		0	
	11.2		0	
	11.8		10.8	
	11 3		10.4	
	9		11.2	Courant polari-
	8.2		9.1	sant descendt
	7.5		9.2	
		Rhéoc. 53		
	10.8		11.6	
	0		14.1	
	0		7.4	
	0		6	
Rhéoc. 1059				
	10.2		7.3	
	6.2		6.2	
	10		12.1	
	10.1		10	
	10.1		7.2	Courant polari-
	10.8		7.6	sant ascendt
	9.3		6.1	
	10.1		1.5	
	5.2		0	
	1.4		0	
	0.9		0	
	5		8.9	Courant polari-
	4.1		5.3	sant descendt
	0.7		1.2	
	1.9		8.1	Courant polari-
Rhéoc. 440		Rhéoc. 43		sant ascendt
	0		1	
	0		8.8	
	0		4.4	
	3.1		8.9	
	0.3		8.1	
	1		7.4	
		Rhéoc. 56		
	2		1.9	
	2		0.9	
	2		0	
2 Daniell.				
Rhéoc. 223	5.4		1.2	
	1.8		1	
	1		0	
1 Daniell.		Rhéoc. 38		
	9		9	
	8.1		8.1	

Irritation sans polarisation		Irritation avec polarisation		Observations
Intensité du courant	Hauteur de la contraction	Intensité du courant constant	Hauteur de la contraction	
centim.	mm.	centim.	mm.	
	9.1		9	
	3	Rhéoc. 38	6.9	
	4.1		7.6	
	3.4		8.4	
		Rhéoc. 43		
	9.1		5	
	10.6		4.1	
	10.2		4	
		Rhéoc. 38		
	4		7.2	
	5.1		6.1	
		Rhéoc. 33		
	5.5		6	
	3.2		5.1	
	3.2		5.1	
	3.1		5	
		Rhéoc. 23		
	3.2		7.1	
	2.1		6.9	
	3.9		7	
		Rhéoc. 13		
	4.9		5.6	
	4.7		5.1	
	4.5		5.6	
	4.1		5.7	
		Rhéoc. 4		
	4.8		4.8	
	4.8		4.8	
	4.8		4.8	
		1 Daniell.		
	4.5		6.4	
	4.2		7.5	
	2.9		4.2	
		2 Daniell.		
	4.8		4	
	4.8		4.9	
	3.6		4.5	
		3 Daniell.		
	4.5		0	
	4.2		0	
	6		0	
	5.1		0	
		1 Daniell.		
	1.5	Rhéoc. 43	6.9	
	1.5		5	
	2.4		5.8	
		Rhéoc. 38		
	4		3.2	
	6.1		0	
	3.4		0	
	4		0	

La hauteur de la contraction musculaire a été donnée dans ces expériences par des *muscles non chargés* (ou du moins ne supportant que le poids de l'aiguille du myographe); ce qu'il est bon de noter, car nous avons trouvé que, pour les muscles chargés, une contraction minimale demandait ordinairement une irritation beaucoup plus forte du nerf que celle nécessaire à un muscle non tendu par un poids, pour produire une contraction égale.

Conclusions.

L'effet de l'irritation d'un nerf polarisé comparé à celui d'un nerf non polarisé ne dépend pas seulement de la circonstance, que la portion irritée est du côté de l'anode ou du côté du cathode du courant constant; mais bien plus de la proportion qui existe entre l'intensité du courant polarisant et celle du courant irritant.

Cet effet n'est pourtant pas fixe, pour une proportion donnée entre les deux courants, pendant le cours d'une expérience. On trouve toujours qu'après un temps variable, les résultats précédemment obtenus se montrent seulement par l'augmentation de la force du courant polarisant ou par la diminution de l'intensité du courant irritant.

Dans toutes les expériences par lesquelles nous avons cherché à confirmer les résultats de Pflüger, en variant de différentes manières l'intensité relative des deux courants, on pouvait trouver que les phénomènes vus par Pflüger pouvaient être reproduits pendant un certain temps, si on conservait une proportion limitée entre les deux courants. Cette proportion favorable était loin d'être

la même dans tous les cas. Elle offrait beaucoup de variations selon les individus. Même sur la même préparation, une proportion qui était *favorable* au commencement pouvait bientôt donner d'autres résultats ; pendant qu'on pouvait retrouver les résultats de Pflüger en cherchant de nouveau une intensité relative entre les deux courants.

En prenant les deux courants dans d'autres proportions d'intensité que celles que nous avons appelées *favorables,* on pouvait obtenir une augmentation de l'effet de l'irritation du côté du pôle positif ou une diminution du côté du pôle négatif.

D'autres proportions dans les deux courants pouvaient même amener une augmentation ou une diminution du côté des deux pôles.

Enfin il y a des cas où une certaine relation entre l'intensité des courants faisait disparaître tout effet visible de la polarisation.

Quant aux contractions qui suivent ou qui accompagnent l'ouverture du courant irritant pendant la polarisation du nerf, nous sommes arrivés à des conclusions tout à fait analogues aux précédentes, c'est-à-dire que la modification que la contraction subit par la polarisation ne dépend pas simplement de la nature du pôle de la pile polarisante qui domine la partie irritée du nerf, mais que cette modification varie de nature et d'intensité, qu'elle est tantôt une augmentation tantôt une diminution selon la relation variable qui existe entre l'intensité des deux courants. *(A suivre.)*

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

J. Schmidt. Apparition d'une nouvelle étoile dans la constellation du Cygne. (*Comptes Rendus de l'Ac. des sciences*, 4 décembre 1876; *Astron. Nachrichten*, 1876, nº 2113.) — A. Cornu. Spectre de la nouvelle étoile de la constellation du Cygne. (*Comptes Rendus*, 4 et 11 décembre 1876.)

M. Jules Schmidt, directeur de l'observatoire d'Athènes, a découvert le 24 novembre, vers 5 h. 3/4 du soir, une étoile de 3e grandeur dans la constellation du Cygne, qui ne se trouvait pas marquée dans les Revues du ciel de l'observatoire de Bonn.

Comme M. Schmidt examinait attentivement à cette époque, depuis le 1er novembre, cette partie du ciel, il estime que jusqu'au 20, il n'y a pas eu à cette place, près de ρ du Cygne, d'étoile de 3e à 5e grandeur, et le temps a été couvert du 21 au 24. Il a télégraphié sa découverte à Vienne à M. de Littrow dès le 24, à 8 1/2 h. du soir, et l'a aussi annoncée promptement à Paris à M. Le Verrier, qui en a fait part à l'Académie des sciences dans sa séance du 4 décembre.

Dans d'ultérieurs articles détaillés, publiés comme le premier dans le nº 2113 des *Astronomische Nachrichten*, M. Schmidt rapporte la suite de ses observations de la nouvelle étoile jusqu'au 9 décembre. Elle n'a point changé de position dans le ciel, où elle se trouve par environ $21^h\ 36^m\ 50^s$ d'ascension droite en temps et 42° 16',7 de déclinaison boréale; sa couleur s'est maintenue jaune foncé; sa clarté est restée du 24 au 27 d'environ celle des étoiles de 3e grandeur, mais depuis le 27 au soir elle a commencé à diminuer rapidement. Cette diminution n'a pas été tout à fait constante; mais dès le 30 décembre l'étoile n'était plus que de 5e grandeur, et le 8 décembre de 6e et demi. Elle a été observée le 1er décembre à Vienne, le 2 à Paris et le 5 à Berlin.

Dès le 2 décembre, la nouvelle étoile étant déjà alors seulement de 5e grandeur, de couleur verdâtre presque bleue, M. A. Cornu a appliqué, pour l'observer, un spectroscope au grand équatorial de l'observatoire de Paris, situé dans la tour de l'Est et nouvellement restauré. D'après le rapport fait à ce sujet à l'Académie des sciences par M. Le Verrier, dans sa séance du 4 décembre, le spectre de l'étoile a paru à M. Cornu formé en grande partie de lignes brillantes, provenant vraisemblablement, par conséquent, d'une vapeur ou d'un gaz incandescent.

Le même soir, M. Cazin a fait des observations analogues, en appliquant aussi un spectroscope à la lunette équatoriale de 9 pouces du même observatoire, dont l'objectif est de Léon Foucault, et il est arrivé aux mêmes conclusions.

M. Le Verrier a présenté à l'Académie, dans la séance suivante, celle du 11 décembre, une note de M. Cornu, contenant un examen plus approfondi de l'astre et des mesures aussi précises que le permettait son faible éclat. Voici un extrait de cette intéressante note, tiré du *Compte Rendu* de la séance :

Le spectre se compose d'un certain nombre de lignes brillantes, se détachant sur une sorte de fond lumineux, interrompu presque complétement entre le vert et l'indigo, de sorte qu'à première vue, le spectre paraît composé de deux parties séparées. M. Cornu a adopté un oculaire spectroscopique utilisant la plus grande partie de la lumière, et permettant de varier sa concentration. Il a employé pour les mesures un spectroscope à vision directe de Duboscq, muni d'une échelle visée par une réflexion latérale.

D'après le croquis joint à la note de M. Cornu, il a observé 8 raies brillantes, comprises entre les chiffres de l'échelle de 30 à 113. Sur ces 8 raies, 3 correspondent à l'hydrogène, 1 au sodium, 1 au magnésium, 1 à la raie de la couronne solaire et 2 aux raies de la chromosphère. Il a cru apercevoir plusieurs fois la quatrième ligne brillante de l'hydrogène à l'extrême violet, sans pouvoir toutefois la mesurer.

Les raies sombres, si elles existent, doivent être très-fines, et elles ont échappé à l'observateur à cause du peu de lumière de l'étoile.

En résumé, d'après M. Cornu, cette lumière paraît posséder exactement la même composition que celle de l'enveloppe de notre soleil nommée chromosphère.

On ne peut former encore que de simples conjectures sur la cause des apparences successives de cet astre, apparences tout à fait analogues à celles qu'à présentées la nouvelle étoile découverte dans la *Couronne* en 1866. D'après les détails précédents, on pourrait peut-être les attribuer à une très-grande conflagration, ayant lieu à une immense distance de notre Terre.

Quoi qu'il en soit, on doit rendre hommage, en cette circonstance, soit à M. Schmidt, qui a rempli l'office de sentinelle vigilante pour découvrir et observer ce corps céleste, soit aux astronomes de Paris, pour avoir si promptement et heureusement appliqué à son examen les procédés de la spectroscopie, qui fournissent de si importantes données sur la nature intime de ce nouvel astre. A. G.

CHIMIE.

RÉSUMÉ DES TRAVAUX

PRÉSENTÉS AUX SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE ZURICH du 20 novembre et du 18 décembre 1876[1].

LUNGE, Verre trempé. — E. SCHULZE et A. URICH, Combinaisons azotées que renferme le suc de la betterave. — C. SCHLER, Acide salicylique. — LE MÊME. Cristaux de bergaptène. — W. KNECHT, Étude sur l'acétylamine de Natanson. — ZETTER, Recherches sur le Phénanthrène.

M. Lunge présente des échantillons de verre trempé, entre autres un verre de table, dans lequel il fait bouillir de l'eau, puis il la vide et la remplace par de la neige fondue.

[1] Nous publierons dorénavant régulièrement un extrait des séances de la Société de Chimie de Zurich, que nous devons à l'obligeance de M. le prof. Dr Gnehm, secrétaire de la Société.

Ces verres résistent donc très-bien à de brusques changements de température. Par contre, ils résistent moins bien aux chocs.

MM. E. Schulze et A. Urich font part de leurs recherches sur les combinaisons azotées que renferme le suc de la betterave [1]. Les jus exprimés des betteraves renferment des substances albuminoïdes, des nitrates, des traces de sels ammoniacaux et de bétaïne, ainsi qu'un amide de l'acide glutamique qu'on ne peut d'ailleurs isoler, mais dont on reconnaît la présence par le fait que si l'on fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique le jus de betterave, on en sépare de l'acide glutamique. MM. Schulze et Urich précipitent d'abord par l'acétate de plomb puis après filtration font bouillir le liquide plusieurs heures avec de l'acide chlorhydrique, ils ajoutent ensuite un excès d'acétate de plomb, séparent le chlorure de plomb par filtration et traitent par l'alcool, il se sépare du glutamate de plomb mélangé d'un peu d'aspartate de plomb. Les acides se séparent ensuite facilement, l'acide aspartique étant plus soluble que l'acide glutamique.

Cet acide glutamique diffère cependant sur plusieurs points de celui que Ritthausen avait obtenu du gluten, il fond à 188-190°, tandis que celui du gluten fond déjà à 135-140°, il cristallise sous forme de petites feuilles irrégulières qui cependant se transforment quelquefois en recristallisant, en tables appartenant au système rhombique, d'après une recherche de M. A. Arzruni à Strasbourg ; on observa aussi quelquefois des tétraèdres; Ritthausen dit que son acide cristallise en octaèdres ou en tétraèdres rhombiques, mais qui donnent par recristallisation des formes irrégulières. Cependant, cet acide glutamique paraît être identique à celui du gluten, ce qui ressort de l'étude de sa combinaison avec l'acide chlorhydrique, de son sel bibasique de baryte ainsi que d'un sel de cuivre.

[1] Ces recherches s'étendent aussi sur les transformations que subissent les combinaisons azotées pendant la végétation. Elles seront publiées *in extenso* dans le vol. XX des *Landwirtsch. Versuchsstationen*.

Pour s'assurer complétement de l'identité de ces acides, les auteurs[1] ont traité leur acide par l'acide azoteux, puis le corps obtenu par l'acide iodhydrique ; suivant les recherches de Markownikoff[2], ils devaient obtenir de l'acide pyrotartrique normal, et c'est en effet le résultat auquel ils sont arrivés, l'acide présentait le même point de fusion et le sel de zinc avait les mêmes propriétés que celles observées par Markownikoff ; ils estiment donc que leur acide est identique avec l'amide normal de l'acide pyrotartrique, soit acide glutamique et que la différence dans le point de fusion provient seulement de ce que leur substance était plus pure.

MM. Schulze et Urich croient pouvoir admettre que cet acide glutamique se trouve dans le suc des betteraves à l'état d'amide, ils se basent sur ce que, par la cuisson avec l'acide chlorhydrique, il se forme un sel d'ammoniaque ; il est probable, d'après eux, que ce serait un homologue de l'asparagine, ayant pour formule $C_5H_8NO_3NH_2$ (Glutamine) et qui doit être très-soluble dans l'eau[3].

Si l'on admet que l'ammoniaque, qui s'est formée par la cuisson avec HCl provient exclusivement de la décomposition de la glutamine[4], on trouve que le suc de betterave en renferme en moyenne 0,45 $^0/_0$, d'où il résulte que 40-45 $^0/_0$ de l'azote total est à l'état de glutamine.

Scheibler[5] avait d'ailleurs déjà trouvé dans le suc de betterave, à côté de l'acide aspartique, un autre acide azoté de même composition que l'acide glutamique, mais qu'il n'avait pas étudié.

M. Ed. Schaer présente quelques observations sur l'état d'a-

[1] Avec l'aide de M. J. Barbieri.

[2] *Ann. Chem. Pharm.*, vol. 182.

[3] Habermann, en traitant par l'ammoniaque le glutamate d'éthyle n'a pas obtenu de glutamine, mais de la glutimide — $C_5 H_8 N_2 O_2$. *Ann. Chem. Pharm.*, vol. 179, p. 248.

[4] Cela ne peut pas être complétement admis, puisqu'on retrouve dans le liquide un peu d'acide aspartique, provenant d'asparagine, par perte d'NH_3.

[5] *Berichte d. d. chem. Gesellschaft*, vol. II, p. 296.

grégation, la solubilité et le goût de différents échantillons d'acide salicylique; il montre de l'acide qui a été purifié par dialyse et qui est très-pur, un autre qui a été sublimé au moyen de la vapeur surchauffée et qui se présente sous une apparence très-cristalline. Cette méthode de purification semble d'ailleurs se répandre de plus en plus, toutes les fois qu'on a à faire à une substance volatile.

M. Schaer montre aussi des cristaux de bergaptène d'une blancheur éclatante, ressemblant à de la caféine, obtenus par M. Perrenoud, pharmacien à Berne.

M. Schaer, après un aperçu historique sur l'introduction de l'acide salicylique et de ses combinaisons dans la pratique de la médecine, attire l'attention sur la question encore ouverte de son action antiseptique et fébrifuge.

M. W. Knecht a essayé de préparer dans le laboratoire de M. Meyer le corps qu'a obtenu Natanson, en traitant le chlorure d'éthylène par une dissolution aqueuse de gaz ammoniac et qu'il a nommée acétylamine. Natanson d'après ses analyses et des déterminations de densité de vapeurs lui avait donné la formule C_2H_5N et la structure interne de ce corps pouvait être

$$C_2H_3 - NH_2 \quad \text{ou} \quad C_2H_4 = NH.$$

Il semblait curieux qu'un corps d'un poids atomique si faible ait un point d'ébullition si élevé 218°, tandis que l'éthylamine qui n'en diffère que par H_2 en plus bout à 18°. M. Knecht ne confirme pas les résultats de Natanson, quoiqu'il ait travaillé exactement d'après ses indications. Il est vrai que l'huile qu'on obtient dans cette réaction bout de 200° à 230°, mais après qu'elle eut été débarrassée de l'excès d'ammoniaque, elle commence à bouillir à 120° et ne montre aucun point d'ébullition fixe, les dernières parties passent bien au-dessus de 300°, deviennent brunes et dégagent de l'ammoniaque. A chaque rectification nouvelle des portions passant entre 200° et 230°, elles diminuaient, si bien qu'il fut impossible d'isoler par distillation une substance présen-

tant le point d'ébullition 218°. Il est donc probable que Natanson n'a eu entre les mains qu'un mélange de bases ammoniacales, et non une substance pure, et que ces bases doivent être analogues à celles obtenues par l'action de l'ammoniaque sur le bromure d'éthylène.

M. Zetter s'occupe, dans le laboratoire de l'Université, de recherches sur le Phénanthrène: il a commencé l'étude des dérivés halogénés et a obtenu par chloruration complète à froid du phénanthrène dissous dans l'acide acétique cristallisable, la combinaison cristalline $C_{14}\ H_8\ Cl_2\ Cl_4$ qui représente un produit d'addition et de substitution, analogue à celui obtenu avec l'anthracène. M. Zetter s'occupe aussi de préparer de nouveaux dérivés halogènes de l'anthraquinone, de l'anthracène et de l'alizarine.

V. Meyer. Augmentation de poids, aux dépens de l'oxygène de l'air, dans la combustiom d'une substance. (*Berichte d. d. Chem. Gesellschaft*, IX, 1666.)

A. W. Hoffmann a indiqué, il y a quelques années déjà, une manière pratique de démontrer expérimentalement l'augmentation de poids que subit le fer en brûlant dans l'oxygène, mais nous n'avions pas encore d'appareil simple pour démontrer dans un cours l'augmentation de poids, aux dépens de l'oxygène de l'air, dans la combustion d'une substance qui paraît diminuer aux yeux, comme par exemple lorsqu'on allume une bougie. M. Meyer pour bien faire voir que lorsqu'on brûle une substance, il y a toujours augmentation de poids, si ce n'est de la substance elle-même, au moins des produits de décomposition, place un fragment de bougie dans chaque plateau d'une balance, puis suspend au-dessus, à peu près à la hauteur de la mèche, un cylindre en verre ouvert aux deux bouts et fixé aux montants de chaque plateau. Dans ce cylindre on introduit une toile métallique qui forçant sur les parois peut supporter quelques gros fragments de soude caustique; après avoir établi l'équilibre au

moyen de poids, on allume une des bougies, les produits de la combustion sont retenus par la soude et l'on voit s'abaisser le plateau supportant la bougie allumée; au bout d'un quart d'heure la différence de poids est de plus de 3 gr.

H. Brunner. Action du nitrite et du nitrate d'argent sur les dérivés du benzyle. (*Berichte d. d. Chem. Gesellschaft*, IX, 1744, Lausanne, 1876.)

M. Brunner a commencé l'étude de l'action du nitrite et du nitrate d'argent sur les dérivés du benzyle. En faisant réagir au bain-marie du nitrite d'argent sur du chlorure de benzyle il se dégage du bioxyde d'azote et l'on obtient, en extrayant par l'éther, un liquide qui à la distillation dégage encore, vers 180°, beaucoup de bioxyde d'azote; ce qui distille vers 270° se prend, par refroidissement, en une masse cristalline non encore étudiée. Par l'action de nitrate de potasse sur le chlorure de benzyle en tubes fermés chauffés à 150°, M. Brunner obtient de l'acide benzoïque, son aldélyde, de l'anthracène, ainsi qu'une huile ne renfermant pas d'azote et qu'il n'a pas encore étudiée. Enfin en chauffant du nitrate d'argent avec du chlorure de benzyle deux jours au bain-marie, il obtint, en extrayant par l'éther, une huile qui, distillée, dégagea vers 170° une quantité énorme de bioxyde et de peroxyde d'azote, le thermomètre monte à 200° et quand la réaction est terminée il ne reste plus dans le matras que fort peu d'une huile non azotée passant à l'ébullition vers 265°. Les produits de la distillation sont en outre de ces corps, de l'acide benzoïque et de l'aldéhyde benzoïque. Il s'est certainement formé du nitrate de benzyle, dans cette réaction, mais il est probable qu'il se décompose vers 175° en oxydant la chaîne latérale du benzyle. E. A.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

PROF. C.-TH.-E. DE SIEBOLD. ZUSATZ ZU DEN MITTHEILUNGEN UEBER DIE VERWANDLUNG DES AXOLOTL IN AMBLYSTOMA. ADDITION AUX COMMUNICATIONS SUR LA TRANSFORMATION DE L'AXOLOTL EN AMBLYSTOME, 8 octobre 1876.

Par des observations comparées sur le développement de la Salamandre vivipare, dite noire (*Sal. atra*), si commune dans nos Alpes, le professeur de Siebold a cherché à éclairer la question encore assez obscure de la transformation de l'Axolotl en Amblystome. Il a voulu voir si l'on ne pourrait pas obtenir de jeunes Salamandres noires susceptibles de vivre dans l'eau, en les prenant dans le ventre de leur mère, tandis qu'elles portent encore de grandes branchies.

On sait, en effet, que le développement larvaire se fait, pour cette espèce, entièrement dans le ventre de la mère, et que le petit naît dépourvu de branchies, soit destiné déjà à vivre uniquement sur terre.

Le professeur de Siebold raconte avoir fait dernièrement à ce propos, mais sans succès, une curieuse tentative qui consiste à retirer de la mère Salamandre les deux fœtus fortement branchiés et à plonger ces derniers dans un vase plein d'eau, dans l'espoir de les voir vivre et se nourrir, à l'état de larves, dans ce milieu contraire aux exigences ordinaires de l'espèce. Cette expérience n'était pas nouvelle, car déjà en 1872 je racontais, dans ma *Faune Suisse* [1], avoir fait le même essai, il est vrai également sans résultat décisif. Je supposai alors que la larve, surprise dans ce nouveau milieu, devait être morte faute de nourriture; elle avait vécu cependant trente-six heures, nageant activement dans un verre d'eau.

M. de Siebold ne croit pas que la mort prématurée des larves sur lesquelles portèrent ses expériences, soit due au défaut de nourriture, parce qu'il avait mis dans son vase

[1] *Faune des Vertébrés de la Suisse*, par V. Fatio, vol. III, p. 506.

différentes algues et par le fait que l'estomac des sujets en question contenait encore une provision de la nourriture embryonale emportée des matrices de la mère.

Tout semble démontrer cependant que les larves de Salamandre noire ne doivent absorber aucune nourriture végétale; les algues ne devaient servir de rien. Il me paraît bien possible que notre non-réussite à tous deux soit due plutôt à une question de température et de lumière, ou encore, au moment choisi pour l'opération et au développement relatif des organes, des branchies en particulier.

Pour faire refaire l'expérience par une main plus heureuse, le professeur de Siebold s'adressa à Mlle de Chauvin, bien connue pour son habileté dans l'élevage de divers animaux.

Bien qu'une complète réussite n'ait pas encore couronné ces nouveaux efforts, Mlle de Chauvin a cependant obtenu des résultats intéressants que nous rapporte ici l'auteur de la notice [1].

Une larve de Salamandre noire, dont les branchies avaient été complétement enlevées durant leur plus grand développement, repoussa de nouvelles branchies de forme anomale et vécut alors et grandit, pendant quinze semaines, avec ces dernières.

Le professeur de Siebold compare cette observation à celle qui avait été déjà faite par le professeur Duméril sur l'Axolotl, expérience dans laquelle les branchies coupées du dit Urodèle repoussèrent rapidement. Il voit une certaine analogie dans cette facilité de reproduction des organes respiratoires durant l'état larvaire; mais il s'étonne en même temps que la transformation de l'Axolotl en Amblystome paraisse entourée de tant de difficultés, quand les larves de la Salamandre marbrée (*Salamandra maculata*), ovo-vivipare, passent si facilement sous nos yeux de l'état larvaire branchié à l'état parfait pulmoné, soit de l'eau à l'air.

Encore ici, il me semble que le moment et l'état de déve-

[1] *Archives des Sciences physiques et naturelles*, nov. 1864, p. 48.

loppement choisis pour l'opération doivent être un des principaux éléments de réussite. Je rappellerai à ce propos une expérience que j'avais publiée, en 1864, dans mon étude sur *les Reptiles et les Batraciens de la Haute Engadine,* expérience que le professeur Duméril avait déjà mise en parallèle de ses essais sur l'Axolotl [1]. J'avais réussi, en effet, à hâter beaucoup la transformation de quelques têtards du *Triton alpestris* en les sortant de l'eau, pour les mettre sur terre, pendant la période de retrait de leurs branchies, bien avant que celles-ci fussent complétement atrophiées. Évidemment, dans ce dernier cas, les poumons étaient déjà dans un état de développement suffisant pour leur permettre de remplacer assez vite les branchies.

Il n'en avait pas été de même dans les deux cas observés, d'abord par de Filippi, en 1861 [2], puis par moi, en 1862 [3], cas où des larves de Triton surprises par les frimas, dans les Alpes, avant un retrait suffisant de leurs branchies, durent passer l'hiver avec les dites branchies, emprisonnées sous la glace, dans quelques petits lacs alpestres. Ces larves, bien qu'encore branchiées au printemps, présentaient cependant déjà des ovaires et des testicules passablement développés [4].

V. F.

[1] Métamorphoses de *Batraciens urodèles* à branchies extérieures du Mexique, dits Axolotls, par Aug. Duméril. Extrait des *Archives du Museum*, 1867, p. 247.

[2] Sulla larva del *Triton alpestris*, Archivio per la Zoologia, décembre, 1861, p. 206.

[3] *Reptiles et Batraciens de la Haute Engadine,* 1864, page 45 et *Faune des Vertébrés de la Suisse,* vol. III, p. 551 et 552.

[4] Le professeur Schiff m'écrivait, il y a six ans, qu'il avait rencontré, dans les Alpes, des larves de Grenouilles chez lesquelles l'état des branchies, en arrière-automne, semblait devoir reculer la fin du développement jusqu'à l'année suivante.

M. F. Lataste. Sur un procédé facile pour préparer les squelettes délicats. (*Comptes rendus de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 1876, XXX, page clxvi.)

Longtemps on a cru que les têtards de Batraciens Anoures étaient exclusivement herbivores. Les dimensions relativement très-grandes du tube digestif enroulé chez ces larves donnaient une forte créance à cette idée; toutefois, dans ces dernières années, bien des observations directes ont successivement démontré que les Anoures, dans cet état, absorbent au moins autant de principes animaux que de débris végétaux. En traitant de ce point, dans ma *Faune des Vertébrés*[1], j'ai signalé, entre autres exemples de ce fait, que les têtards tant d'Anoures que d'Urodèles se mangent entre eux, et qu'il n'y a rien là de bien étonnant, puisque, déjà dans le ventre de sa mère, le fœtus de la Salamandre noire se nourrit aux dépens de ses frères et sœurs, soit à l'état d'œufs, soit à l'état d'embryons. La lutte pour l'existence et la prédominance du fort sur le faible, se traduit toujours dès le bas âge par le massacre des innocents.

Profitant de semblables données, M. Lataste de Bordeaux a eu l'idée de remplacer la fabrication manuelle des squelettes, toujours lente et souvent très-difficile pour de petits vertébrés, par la préparation beaucoup plus facile au moyen de têtards de Batraciens Anoures.

On a parfois employé les Fourmis pour un semblable travail, mais les os se détachaient souvent par la putréfaction, avant que le travail fût suffisamment avancé; l'opération étant très-souvent incomplète, on n'obtenait la plupart du temps qu'un squelette imparfaitement nettoyé, bien que par places déjà désarticulé.

L'opération faite par les têtards semble beaucoup plus prompte; les chairs restent molles dans l'eau et par le fait plus facilement attaquables. En outre, on a l'avantage de

[1] *Faune des Vertébrés de la Suisse*, par V. Fatio, vol. III, p. 247 et 248.

pouvoir surveiller le travail dans un aquarium et intervenir au bon moment.

M. Lataste a présenté dernièrement à la Société Linnéenne de Bordeaux des squelettes parfaits de : *Lacerta viridis*, *Lacerta stirpium*, *Lacerta muralis*, *Tropidonotus natrix*, *Tropidonotus viperinus*, *Elaphis Aesculapii*, *Triton cristatus*, *Triton alpestris* et même de larve de *Triton palmatus*. Tous avaient été préparés, dans l'espace de 54 jours, par cent larves seulement de *Rana fusca* et *Rana agilis*. Le même observateur a réussi à faire préparer à ses larves un *Triton alpestris* qui avait séjourné trois mois dans l'alcool ; les larves dans ce cas ont eu cependant un peu de peine à s'habituer à ce goût tout nouveau ; la préparation a été plus lente et le squelette un peu moins bien nettoyé.

L'auteur conseille d'habituer d'abord les larves à manger de petits morceaux de viande pendant quelque jours, puis de dégrossir, si l'on peut, légèrement l'animal à préparer, pour obtenir ainsi un travail plus rapide.

Cette observation ne manque pas d'une certaine importance, pour qui sait la peine et les soins qu'il faut souvent pour préparer un joli squelette de petit vertébré.

Je ne doute pas, en particulier, que les Musées ne puissent trouver désormais dans les têtards de puissants auxiliaires.

Le docteur Mayor, à Genève, a observé dernièrement que les *Lymnées*, que l'on a toujours cru surtout herbivores, s'attaquent aussi volontiers et en grand nombre aux corps morts abandonnés au fond de l'eau, et peuvent par conséquent préparer aussi, comme les têtards, des squelettes de vertébrés. J'ai, en effet, sous les yeux le squelette d'un Véron (*Phoxinus lævis*) parfaitement préparé, en trois jours, par des Lymnées, chez M. Covelle, qui a bien voulu, sur ma demande, tenter cette expérience dans l'un de ses aquariums. Le travail paraît très-rapide; mais les observations ne me semblent pas encore assez nombreuses et variées pour faire jusqu'ici donner la préférence à ces derniers opérateurs.

V. F.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

Pendant le mois de DÉCEMBRE 1876.

Le 2, à 6 h. du matin et de 10 h. à 11 $^1/_2$ h. du soir halo lunaire; la neige a disparu de toutes les montagnes des environs.

3, le soir après 10 h. épais brouillard.

4, vent violent du SSO. et pluie tout le jour; vent du Sud violent du 5, à 6 h. soir, au 6 à 2 h. après midi.

7, à 9 h. $^3/_4$ éclairs du côté du Nord.

10, il est tombé de la neige sur la crête du Jura; forte bise tout le jour.

12, hâle dans la journée.

13, il n'y a plus de traces de neige sur le Jura.

15, brouillard dans la matinée et depuis 10 h. soir.

16, brouillard tout le jour.

18, à 10 h. $^1/_2$ du soir se lève un vent violent du Sud qui dure jusqu'au lendemain à 4 h. après midi; il a neigé sur toutes le montagnes des environs.

20, à 11 h. matin chute de neige, pluie et grésil; de 1 h. $^3/_4$ à 2 h., éclairs et tonnerres au NO. de l'Observatoire. A 7 $^1/_2$ h. du soir, belle lumière zodiacale; la soirée étant claire, il y a un dépôt de gelée blanche.

21, brouillard le matin jusqu'à 2 h. après midi; dépôt de givre jusqu'à 11 $^1/_2$ h.

22, à 6 h. matin forte gelée blanche par un ciel clair, puis brouillard jusqu'à midi; le soir à 6 h. neige, la couche avait une épaisseur de 12^{mm} à 8 h., puis elle a commencé à fondre.

23, brouillard le matin, jusqu'un peu avant midi; à midi couronne solaire.

24, neige dans la nuit du 23 au 24, hauteur de la couche 13^{mm}; dans la soirée couronne lunaire et halo lunaire.

25, neige dans la soirée, hauteur de la couche 11^{mm}.

27, à 9 h. du soir couronne lunaire.

28, faible gelée blanche le matin; léger brouillard à quelques reprises dans la journée. Le soir faible halo lunaire.

29, faible gelée blanche le matin; la neige a disparu dans la plaine. Le soir halo lunaire.

30, faible gelée blanche le matin; léger brouillard à plusieurs reprises dans la journée. Le soir, couronne lunaire.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 1er à 10 h. soir	725,05
6 à 8 h. soir	719,32
10 à 10 h. matin	729,12
15 à 10 h. matin	727,39
19 à 10 h. matin	713,66
27 à 10 h. soir	733,29

MINIMUM.

	mm
Le 4 à 6 h. matin	707,37
7 à 8 h. matin	715,21
13 à 2 h. après midi	723,93
19 à 6 h. matin	711,95
21 à 4 h. après midi	703,86
31 à 10 h. soir	721,26

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm
1	724,21	— 2,53	+ 4,58	+ 2,33	— 2,1	+11,9	6,11	+1,53	916	+ 66	770	990	1,8	3	SSO. 1	0,88	+9,4	+ 1,4	121,0
2	721,56	— 5,22	+11,69	+ 9,57	+ 5,6	+17,0	6,96	+2,42	670	—181	470	860	...	...	SO. 1	0,43	9,5	+ 1,7	124,0
3	717,15	— 9,67	+10,15	+ 8,15	+ 7,6	+15,8	7,06	+2,56	781	— 71	530	1000	5,1	7	variable	0,79	..	.....	125,0
4	710,99	—15,87	+ 9,68	+ 7,80	+ 5,6	+12,5	6,20	+1,73	699	—153	470	1000	11,8	6	SSO. 3	1,00	9,4	+ 1,8	118,0
5	712,94	—13,96	+10,43	+ 8,67	+ 7,4	+15,3	5,86	+1,43	621	—232	450	870	4,5	4	variable	0,66	9,6	+ 2,1	126,5
6	716,89	—10,05	+10,31	+ 8,66	+ 8,2	+14,2	6,41	+2,01	690	—164	590	800	2,2	4	S. 3	0,80	8,8	+ 1,4	117,0
7	715,71	—11,27	+ 6,43	+ 4,89	+ 5,3	+ 8,4	7,14	+2,77	989	+135	940	1000	21,2	12	N. 1	1,00	8,9	+ 1,6	127,2
8	720,66	— 6,36	+ 8,82	+ 7,39	+ 3,2	+12,3	6,67	+2,33	780	— 75	610	990	0,4	1	S. 1	0,67	8,4	+ 1 2	128,5
9	725,87	— 1,19	+ 7,41	+ 6,09	+ 6,0	+10,0	6,21	+1,90	807	— 49	710	860	...	...	NNE. 1	0,92	8,7	+ 1,5	133,0
10	728,42	+ 1,32	+ 6,39	+ 5,17	+ 4,6	+ 7,7	5,08	+0,80	719	—137	630	930	...	...	NNE. 2	0,79	..	.....	138,0
11	727,25	+ 0,11	+ 3,65	+ 2,53	+ 2,6	+ 5,2	4,52	+0,26	766	— 91	640	820	...	...	NNE. 2	0,66	8,5	+ 1,5	136,9
12	725,48	— 1,70	+ 3,23	+ 2,21	— 0,3	+ 7,5	4,30	+0,07	761	— 97	650	900	...	...	SO. 1	0,56	8,6	+ 1,7	138,3
13	724,33	— 2,89	+ 5,46	+ 4,53	0,0	+11,9	4,52	+0,31	665	—193	440	780	...	...	variable	0,74	8,7	+ 1,9	136,5
14	724,95	— 2,31	+ 4,13	+ 3,29	+ 1,9	+ 6,5	5,43	+1,24	881	+ 22	770	940	...	...	SSO. 1	0,90	8,6	+ 1,9	135,0
15	726,35	— 0,95	+ 4,61	+ 3,86	+ 1,9	+ 9,0	5,82	+1,65	906	+ 47	770	1000	7,6	6	S. 1	0,93	8,7	+ 2,1	135,5
16	723,05	— 4,29	+ 5,27	+ 4,60	+ 4,2	+ 6,9	6,39	+2,24	961	+101	900	1000	1,7	2	SSO. 1	0,99	8,7	+ 2,2	136,0
17	720,34	— 7,03	+ 4,04	+ 3,45	+ 3,2	+ 5,0	5,37	+1,24	884	+ 24	820	950	...	...	E. 1	1,00	..	.....	136,0
18	716,41	—11,00	+ 3,98	+ 3,47	+ 3,0	+ 5,4	5,89	+1,77	968	+107	910	980	8,2	8	variable	0,98	8,4	+ 2,0	138,2
19	712,54	—14,91	+ 6,28	+ 5,84	+ 4,3	+ 9,0	4,86	+0,76	685	—176	550	850	...	...	SSO. 2	0,58	8,4	+ 2,1	130,5
20	708,07	—19,41	+ 2,12	+ 1,75	— 0,1	+ 5,3	4,80	+0,71	909	+ 47	660	1000	16,0	6	SSO. 1	0,68	8,3	+ 2,1	136,0
21	705,35	—22,17	0,00	— 0,30	— 3,1	+ 2,1	4,45	+0,37	953	+ 91	910	1000	...	...	variable	0,98	8,1	+ 1,9	138,0
22	710,65	—16,91	— 0,08	— 0,32	— 3,3	+ 2,0	4,43	+0,36	958	+ 95	860	1000	2,8	4	SO. 1	0,87	7,9	+ 1,8	136,2
23	712,52	—15,07	+ 0,78	+ 0,60	— 0,8	+ 3,6	4,71	+0,65	967	+104	870	1000	...	...	S. 1	0,93	7,8	+ 1,8	135,2
24	716,74	—10,88	+ 1,14	+ 1 02	— 1,3	+ 2,6	4,06	+0,01	813	— 50	730	860	1,2	2	SSO. 1	0,83	..	.....	136,0
25	720,00	— 7,65	— 0,16	— 0,23	— 1,6	+ 2,1	3,85	—0,19	854	— 10	700	1000	0,3	2	variable	0,88	7,7	+ 1,8	134,2
26	728,58	+ 0,90	+ 0,25	+ 0,23	— 2,2	+ 5,1	4,14	+0,10	890	+ 26	760	980	0,7	3	variable	0,82	7,6	+ 1,8	133,4
27	732,64	+ 4,93	— 0,90	— 0,87	— 3,6	+ 2,0	3,83	—0,20	888	+ 24	740	950	...	...	SE. 1	0,73	7,5	+ 1,7	137,1
28	731,61	+ 3,88	+ 2,77	+ 2,84	— 2,7	+ 8,8	4,48	+0,45	784	— 81	620	960	...	...	S. 1	0,41	7,4	+ 1,7	133,5
29	730,39	+ 2,63	+ 5,40	+ 5,51	+ 2,0	+13,0	5,29	+1,26	782	— 83	600	910	...	...	variable	0,57	7,4	+ 1,8	137,2
30	726,15	— 1,63	+ 4,40	+ 4,55	+ 0,2	+ 8,3	5,25	+1,23	815	— 50	730	880	...	...	variable	0,79	7,5	+ 1,9	132,3
31	722,96	— 4,84	+ 9,04	+ 9,22	+ 3,2	+12,4	5,16	+1,14	596	—269	410	770	...	...	variable	0,97	..	.....	125,0

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1876.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	718,99	719,29	719,88	719,31	719,15	719,41	719,94	720,33	720,16
2e »	721,09	721,22	721,47	720,96	720,31	720,49	720,48	720,51	720,39
3e »	721,46	721,62	722,11	721,72	721,21	721,34	721,62	722,08	722,25
Mois	720,54	720,74	721,18	720,70	720,26	720,44	720,71	721,01	720,98
Température.									
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade	+ 6,85	+ 7,37	+ 9,16	+10,52	+10,43	+ 9,77	+ 9,22	+ 9,02	+ 8,94
2e »	+ 3,54	+ 3,38	+ 4,54	+ 6,03	+ 6,05	+ 5,53	+ 4,65	+ 3,80	+ 3,53
3e »	+ 0,26	+ 0,25	+ 1,56	+ 3,91	+ 4,54	+ 3,80	+ 3,07	+ 2,59	+ 2,50
Mois	+ 3,44	+ 3,56	+ 4,97	+ 6,73	+ 6,93	+ 6,28	+ 5,57	+ 5,06	+ 4,91
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	6,30	6,12	6,31	6,22	6,40	6,65	6,66	6,52	6,36
2e »	5,01	5,14	5,18	5,31	5,31	5,28	5,28	5,25	5,19
3e »	4,17	4,17	4,44	4,64	4,77	4,84	4,72	4,60	4,51
Mois	5,13	5,11	5,28	5,36	5,47	5,56	5,53	5,43	5,33
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	853	801	739	671	690	746	777	764	756
2e »	847	875	819	769	765	785	831	874	877
3e »	892	894	865	768	756	808	836	846	837
Mois	865	858	809	737	738	781	815	829	824

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	o	o		o	mm	cm
1re décade	+ 5,14	+12,51	0,79	+ 9,09	47,0	125,8
2e »	+ 2,07	+ 7,17	0,80	+ 8,54	33,5	135,9
3e »	— 1,20	+ 5,64	0,80	+ 7,66	5,0	134,4
Mois	+ 1,90	+ 8,35	0,80	+ 8,40	85,5	132,1

Dans ce mois, l'air a été calme 2,51 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,51 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 13°,6 O. et son intensité est égale à 32,97 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE DÉCEMBRE 1876.

Le 3, brouillard et neige depuis midi.
4, neige jusqu'à 2 h. après midi ; brouillard dans la soirée.
5, neige depuis 4 h. après midi.
6, jusqu'à 4 h. après midi.
7, brouillard et neige tout le jour ; fort vent du SO. ; la neige marquée le 8 est tombée dans la nuit du 7 au 8.
9, brouillard tout le jour, forte bise.
10, brouillard et forte bise jusqu'à 4 h. après midi.
14, brouillard et neige tout le jour, fort vent du SO.
18, neige et brouillard tout le jour, fort vent du SO.
19, neige et brouillard jusqu'à midi.
20, neige depuis 10 h. matin, fort vent du SO.
21, quelques flocons de neige dans la soirée.
24, neige et brouillard, forte bise tout le jour.
26, brouillard le matin, forte bise tout le jour.
27, forte bise tout le jour.
31, fort vent du SO. tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 6 h. matin	563,65	Le 4 à midi	552,32
6 à 10 h. soir	558,99	7 à 6 h. soir	556,24
10 à 10 h. matin	562,45	13 à 10 h. soir	560,69
15 à 10 h. matin	563,51	19 à 8 h. matin...........	550,13
19 à 10 h. soir	552,84	21 à 6 h. soir	543,18
28 à 10 h. matin...........	569,64	31 à 2 h. après midi	564,05

SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1876.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	562,35	+ 0,40	561,54	563,45	— 1,33	+ 5,39	— 2,7	+ 0,3	.....	.....	....	SO.	1	0,52
2	563,06	+ 1,13	562,49	563,65	+ 1,76	+ 8,56	0,0	+ 4,7	.....	.....	....	SO.	1	0,27
3	558,57	— 3,34	556,43	559,99	— 3,79	+ 3,09	— 4,6	— 2,9	150	10,2	....	SO.	1	0,82
4	553,37	— 8,52	552,32	555,33	— 4,26	+ 2,70	— 5,7	— 2,4	450	36,4	....	SO.	1	0,88
5	555,46	— 6,41	555,05	555,84	— 4,50	+ 2,54	— 5,7	— 3,4	180	10,0	....	variable		0,58
6	556,54	— 5,31	554,73	558,99	— 4,31	+ 2,81	— 6,0	— 2,0	640	37,4	....	variable		0,68
7	557,26	— 4,56	556,24	558,22	— 4,60	+ 2,61	— 5,9	— 3,4	230	19,2	....	SO.	1	0,99
8	559,39	— 2,41	558,64	560,19	— 3,94	+ 3,35	— 5,6	— 2,0	300	18,2	....	SO.	1	0,49
9	561,14	— 0,64	560,45	562,14	— 6,61	+ 0,76	— 7,4	— 5,0	.....	.....	....	NE.	2	0,76
10	562,08	+ 0,32	561,87	562,45	— 9,00	— 1,56	—10,4	— 7,8	.....	.....	....	NE.	2	0,49
11	561,66	— 0,08	561,49	561,95	— 4,43	+ 3,08	— 5,7	— 1,9	.....	.....	....	NE.	1	0,03
12	561,34	— 0,38	561,19	561,63	— 3,98	+ 3,60	— 4,8	— 2,8	.....	.....	....	NE.	1	0,01
13	561,17	— 0,53	560,69	561,52	— 5,04	+ 2,61	— 7,5	— 3,0	.....	.....	....	SO.	1	0,54
14	562,20	+ 0,52	560,84	562,71	— 6,44	+ 1,28	— 7,8	— 5,6	85	7,5	....	SO.	2	0,98
15	562,66	+ 1,00	561,94	563,51	— 6,40	+ 1,38	— 7,2	— 4,8	.....	.....	....	SO.	1	0,60
16	559,89	— 1,75	559,25	560,78	— 5,76	+ 2,08	— 7,4	— 2,5	.....	.....	....	SO.	1	0,23
17	557,79	— 3,84	557,26	558,67	— 5,85	+ 2,05	— 6,7	— 4,4	.....	.....	....	SO.	1	0,47
18	554,23	— 7,38	552,48	556,13	— 5,56	+ 2,40	— 6,2	— 5,0	200	13,2	....	SO.	2	1,00
19	550,94	—10,65	550,13	552,84	— 7,18	+ 0,84	— 9,9	— 4,2	80	4,1	....	NE.	1	0,47
20	548,15	—13,42	546,69	550,52	— 8,74	— 0,66	—10,0	— 7,4	230	14,8	....	SO.	2	0,87
21	544,30	—17,26	543,18	546,11	— 9,56	— 1,43	—10,5	— 8,7	.....	.....	....	SO.	1	0,94
22	547,57	—13,98	545,54	549,32	—11,00	— 2,82	—12,0	— 9,2	.....	.....	....	NE.	1	0,30
23	549,75	—11,78	549,54	550,10	—11,06	— 2,83	—12,2	—10,0	.....	.....	....	NE.	1	0,44
24	550,52	—10,99	549,40	552,52	—11,73	— 3,45	—12,2	—10,8	180	14,2	....	NE.	2	0,90
25	553,68	— 7,81	553,25	554,45	—13,35	— 5,02	—15,0	—10,8	.....	.....	....	NE.	1	0,28
26	559,56	— 1,91	556,64	562,49	—12,74	— 4,37	—14,0	—11,4	.....	.....	....	NE.	2	0,48
27	565,47	+ 4,01	563,23	567,36	— 2,89	+ 5,52	— 8,5	+ 1,2	.....	.....	....	NE.	2	0,44
28	569,24	+ 7,80	568,62	569,64	+ 3,35	+11,80	+ 2,5	+ 4,4	.....	.....	....	SO.	1	0,14
29	567,85	+ 6,43	567,64	568,01	— 0,04	+ 8,45	— 2,0	+ 1,7	.....	.....	....	NE.	1	0,28
30	565,73	+ 4,33	565,41	566,30	+ 3,49	+12,02	+ 1,8	+ 6,2	.....	.....	....	SO.	1	0,56
31	564,36	+ 2,98	564,05	564,91	+ 4,90	+13,47	+ 2,0	+ 6,8	.....	.....	....	SO.	2	0,30

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1876.

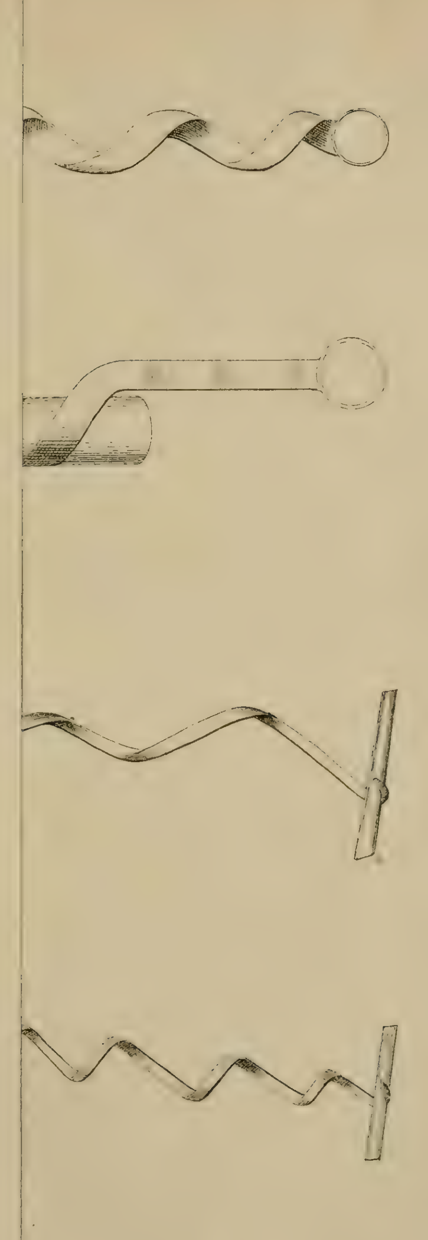
	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	558,78	558,84	559,02	558,82	558,73	558,78	558,94	559,16	559,39
2e »	558,45	558,41	558,42	557,97	557,81	557,77	557,80	557,79	557,78
3e »	557,36	557,63	557,93	557,90	557,83	558,03	558,30	558,50	558,71
Mois	558,17	558,28	558,44	558,22	558,11	558,19	558,35	558,49	558,63
Température.									
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade	— 4,07	— 4,20	— 3,57	— 2,85	— 3,15	— 4,47	— 4,32	— 4,40	— 4,41
2e »	— 6,23	— 6,47	— 5,61	— 4,43	— 4,90	— 6,08	— 6,01	— 6,09	— 6,55
3e »	— 6,38	— 6,38	— 5,31	— 4,28	— 4,33	— 5,27	— 5,57	— 5,40	— 5,61
Mois	— 5,59	— 5,71	— 4,85	— 3,87	— 4,13	— 5,27	— 5,31	— 5,30	— 5,53

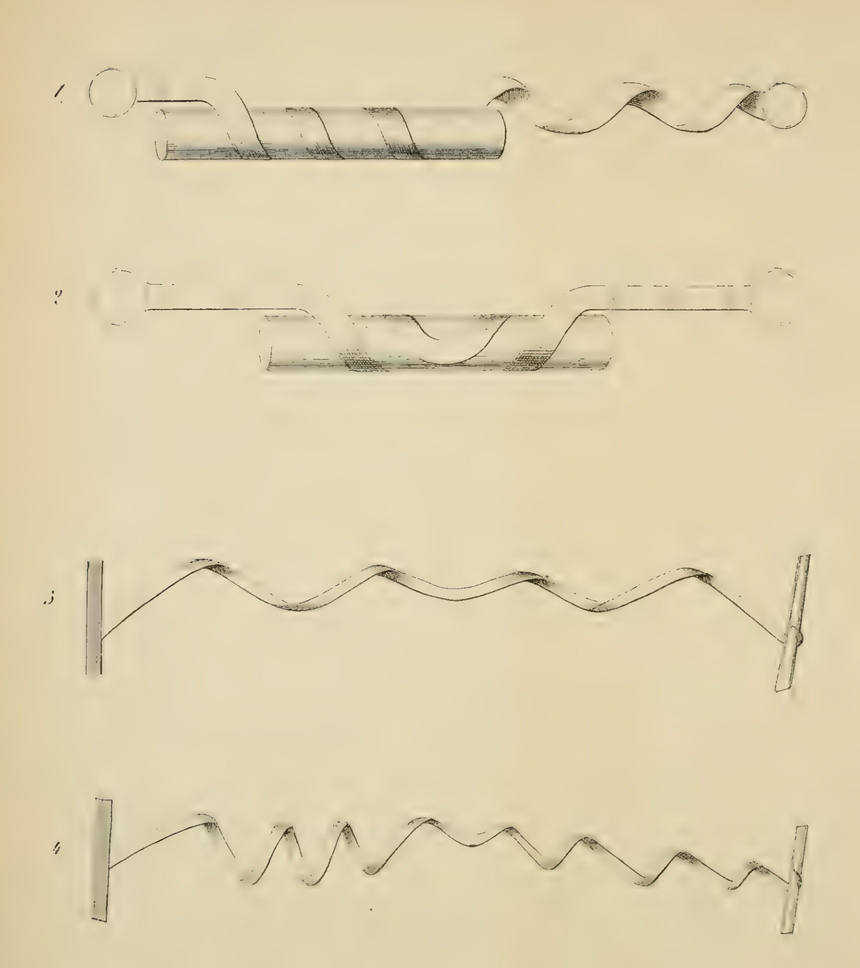
	Min. observé.	Max. observé.	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	o	o		mm	mm
1re décade	— 5,40	— 2,39	0,65	131,4	1950
2e »	— 7,32	— 4,16	0,52	39,6	595
3e »	— 7,28	— 3,69	0,48	14,2	180
Mois	— 6,69	— 3,42	0,55	185,2	2725

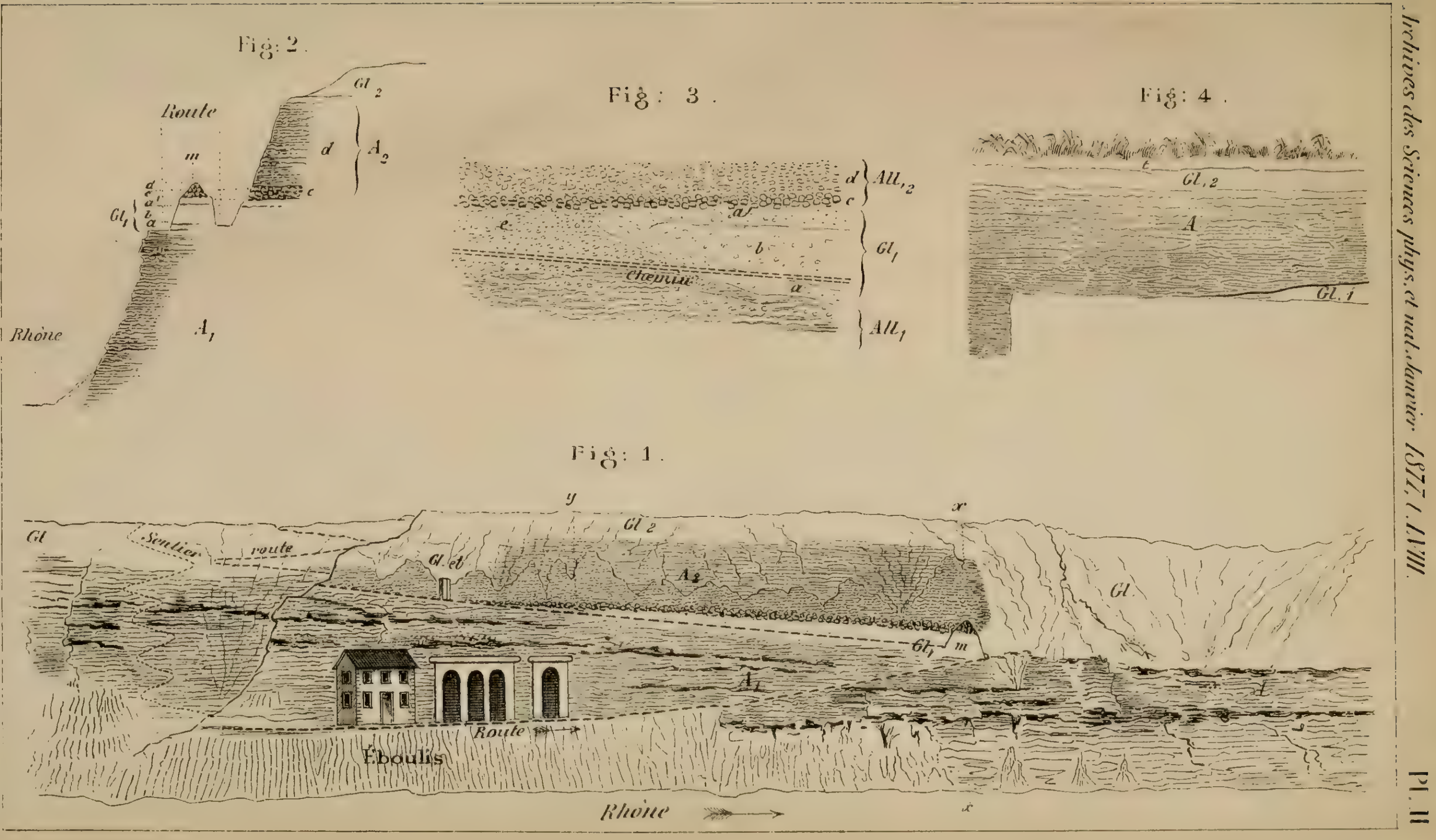
Dans ce mois, l'air a été calme 1,08 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,92 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 5,73 sur 100.




1
2
3
4


Fig: 2.
Route
Rhône
Fig: 3.
Chemin
Fig: 4.
Fig: 1.
Sentier
route
Route
Eboulis
Rhône

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1876

PAR

M. ERNEST FAVRE

N° VII

Cette revue est divisée, comme les précédentes, en deux parties. La première comprend l'examen des ouvrages généraux, des descriptions géologiques, et de quelques travaux spéciaux de minéralogie, de paléontologie et de géologie dynamique. La seconde traite de l'étude des terrains, des formations les plus anciennes jusqu'aux dépôts actuels.

Nous devons à M. Ferri[44] la biographie du naturaliste tessinois L. Lavizzari (1814-1875) et à M. J. Fischer[45] celle de M. de Fischer-Ooster (1807-1875), connu par ses recherches sur la botanique, la physique, la géologie et la paléontologie.

I. Ouvrages généraux, descriptions, roches, etc.

Cartes et descriptions géologiques.

Alpes. M. Baretti[5] a publié une description géologique de la vallée d'Aoste. Les montagnes qui la bordent sont distribuées en trois grands massifs, ceux du Grand-Paradis, du Mont-Blanc et du Mont-Rose. Il en décrit les

roches, les terrains de transport et les principaux minéraux.

M. Delaire[15] a rendu compte des travaux de la Société géologique de France, pendant son séjour à Genève et à Chamonix.

M. A. Favre[32] a résumé les observations faites par la même société dans ses excursions aux environs de St-Gervais et de Chamonix. Ces diverses notices donnent un tableau très net de la structure de la partie N.-O. du massif du Mont-Blanc.

Un ouvrage de M. Viollet-le-Duc[123] renferme des idées nouvelles sur la structure du Mont-Blanc. L'auteur cherche à déduire de l'aspect de la montagne, la forme qu'elle avait au moment du soulèvement. Ce massif « qui présente actuellement une surface composée d'arêtes se réunissant sur certains points pour former des polygones dont les côtés sont saillants et dont les milieux sont creux, présentait primitivement, au contraire, une surface bossuée de polygones convexes, avec côtés plus ou moins tracés en creux et, au total, une sorte de plateau peu accidenté. » Ces polygones formaient des mamelons juxtaposés qui ont été en grande partie détruits, quoiqu'on en voie encore des traces, et les arêtes actuelles sont les restes des lignes qui séparaient les mamelons. La pression exercée par la partie culminante sur la masse qui l'entourait et par les roches encaissantes, explique la structure en éventail. La stratification apparente est le reste des plans de retrait de la roche soulevée à l'état pâteux. La protogine du Mont-Blanc présente dans le petit axe la structure en éventail et dans le grand axe, celle en fond de bateau. L'auteur recherche les causes extérieures qui ont altéré la forme primitive et examine

le mode d'action sur les roches, de l'eau à ses divers états. Il traite des neiges, névés, glaciers, moraines, boues glaciaires, des torrents et de leurs cours, des lacs, etc. Il décrit ensuite le massif du Mont-Blanc et termine cet ouvrage par un chapitre sur l'influence des travaux de l'homme sur l'économie des cours d'eau.

Les glaciers, les névés, les forêts, les pâturages, les rochers sont teintés de couleurs différentes sur la carte à $\frac{1}{40000}$ qui accompagne ce volume, de sorte qu'elle présente un coup d'œil pittoresque, tout en ayant une grande exactitude. Il est intéressant de pouvoir y constater le retrait des glaciers, le terrain abandonné par eux à leurs extrémités ou sur leurs bords se laissant très bien reconnaître.

M. Ébray[26] a publié une étude stratigraphique des montagnes situées entre Genève et le Mont-Blanc. Il indique brièvement la composition du sol des environs de Genève, la structure des Voirons et la nature des terrains et des failles au sud de cette montagne.

Nous devons au même auteur[28-29] des recherches stratigraphiques sur le Salève et sur la Pointe d'Orchez. Je ne puis analyser en détail ces mémoires qui sont difficiles à comprendre sans cartes et sans coupes géologiques. Le Salève a été, suivant M. Ébray, entièrement recouvert par le terrain urgonien* et la mollasse qui en auraient été enlevés, pendant et aprés le soulèvement, par des dénudations auxquelles il donne une épaisseur de 1000^{m}. Le Petit Salève s'est détaché du Grand, par suite d'un affaissement dont l'angle est donné par la forme du vallon de Monnetier agrandi depuis par les érosions.

La coupe de la Pointe d'Orchex est extrêmement com-

* Ce terrain recouvre encore presque entièrement le Salève.

pliquée par de nombreuses failles. Le Roc du Don n'est pas la suite de la Pointe; il forme la lèvre affaissée d'une faille dont elle est la lèvre redressée. Les terrains qui constituent ce massif sont : mollasse, gault, urgonien, néocomien à spatangues, calcaires oolitiques supérieurs, dolomies, calcaire à helminthoïdes, grande oolite, marnes ferrugineuses, calcaire à *Cancellophycus scoparius*, calcaire à silex, lias, gypse et trias.

M. BACHMANN[1] a décrit les environs de Thoune et en a donné les coupes géologiques. Perpendiculaire à la chaîne des Alpes, le lac de ce nom occupe la place d'une faille considérable. Les montagnes qui le bordent ont une structure entièrement différente sur les deux rives et leurs formations, bien qu'en partie contemporaines, présentent des faciès distincts. Sur la rive gauche est la chaîne du Stockhorn dont les terrains, du trias au tertiaire, offrent les caractères qu'ils ont plus au sud dans les Alpes suisses et savoisiennes; la rive droite est constituée par le massif de nagelfluh de Sigriswyl, les Ralligstöcke, le Justithal et le Niederhorn. L'auteur explique la structure de ces deux régions et énumère les formations qui y sont contenues.

Il n'a pas paru cette année de coupes détaillées du grand tunnel du St-Gothard. J'extrais des rapports mensuels[15] les quelques données suivantes : Du côté nord, la galerie a traversé entre 2576^{m} et 2810^{m} les couches calcaires de la vallée d'Urseren, formées de schistes lustrés, de schistes calcaires et de calcaire cipolin, auxquelles ont succédé les gneiss micacés. La zone de contact était occupée sur une grande épaisseur par des roches en décomposition ; au 31 octobre le percement était à 3677^{m}. Du côté sud la galerie a traversé des micaschistes quart-

zeux, amphiboliques, grenatifères, des schistes quartzeux chloriteux et des gneiss; elle était arrivée à la même date à 3401^{m}.

Le Righi a été décrit par M. Rutimeyer[102] dans un ouvrage qui, bien qu'il ne s'adresse pas spécialement au public scientifique, n'en renferme pas moins des considérations nouvelles et intéressantes sur la constitution géologique de cette montagne et les modifications qu'elle a subies. Le Righi est formé de nagelfluh dont les bancs plongent à l'est avec une inclinaison assez variable; au delà de la ligne de dislocation qui va de Vitznau à Lowerz, il est constitué par des schistes et des calcaires. L'auteur décrit les éboulements, les érosions auxquelles il a été soumis, la disposition du terrain glaciaire, les terrains sédimentaires, l'origine des vallées et des lacs qui l'entourent. Je reviendrai plus loin sur quelques-uns de ces sujets.

M. Kaufmann[70] a publié ses recherches dans les montagnes qui entourent le lac de Lucerne, les Mythen, le Buochserhorn, le Stanzerhorn, l'Ensimattberg, le Rothspitz et le Giswylerstock. Les nombreux fossiles qu'il a recueillis lui ont permis de rapporter au terrain jurassique la plupart de ces sommités que l'on croyait crétacées; le jurassique supérieur et moyen et le lias ont fourni un grand nombre d'espèces (Revue pour 1875, 367).

M. Ziegler[125] a fait l'étude de l'Engadine au point de vue des rapports de la topographie et de la géologie. Ce travail commence par une description des vallées et des chaînes de montagnes dans laquelle sont indiquées les hauteurs des cols, des sommités, l'inclinaison des pentes et leurs rapports avec la nature du sol. L'auteur déduit du relief du terrain et des dislocations des couches, les actions

dynamiques qui en ont été les causes. Il examine le rôle important des érosions et de la désagrégation des roches. Il décrit aussi la région des roches éruptives, les traces des anciens glaciers et leurs relations avec les glaciers actuels. Ces recherches prouvent que les actions qui ont modifié la surface du globe ont agi à diverses reprises et avec une grande lenteur. Le rapport des schistes cristallins avec le granit est beaucoup plus intime qu'avec les roches sédimentaires qui les surmontent. Les deux premiers paraissent donc avoir été les agents de transmission des forces internes, tandis que les sédiments auraient été simplement des masses passives. L'auteur termine par des considérations sur l'origine et la nature des mouvements de l'écorce du globe.

La COMMISSION GÉOLOGIQUE[12] a publié la feuille XXIV de l'Atlas fédéral qui comprend les lacs Majeur, de Lugano, de Côme et le pays environnant; la région située à l'ouest de ce dernier lac a été étudié par MM. Negri et Spreafico, celle qui est située à l'est et la Brianza par M. Stoppani. La partie septentrionale est occupée par des gneiss, des micaschistes variés et de la diorite; plus au sud se trouvent les terrains sédimentaires, primaires, secondaires et tertiaires, au milieu desquels apparaissent des porphyres rouges et noirs; au sud sont les alluvions de la plaine du Pô.

Jura. M. VÉZIAN[120] a publié une description du massif jurassien dans laquelle il traite de la configuration générale de cette chaîne, de sa constitution stratigraphique orographique et topographique et de son histoire géologique. Ce travail résume les idées exprimées par cet auteur dans ses études géologiques sur le Jura (Rev. pour 1875, 350).

M. JACCARD[47] a étudié le vallon dans lequel est située la Chaux-de-Fonds, au point de vue de l'alimentation d'eau de cette localité, qui en est presque entièrement dépourvue : le calcaire d'eau douce (œningien) et la mollasse (helvétien) forment les deux niveaux aquifères de ce bassin dont la constitution géologique très compliquée a été l'objet des recherches de Nicolet. Si l'on établissait des puits, l'eau contenue dans ces deux zones resterait probablement dans le trou de forage à une certaine distance au-dessous de la surface du sol et devrait être élevée par des machines. Plusieurs essais de sondages ont déjà été faits, mais ils n'ont pas encore abouti.

Minéraux, roches, géologie dynamique, etc.

Minéraux et roches. M. C. KLEIN[73] a publié quelques notes sur des minéraux recueillis par lui dans un voyage au St-Gothard et au Valais. Nous devons aussi à M. HESSENBERG[33] une note sur le binnite d'Imfeld dans le Binnenthal.

Les minéraux signalés par M. BARETTI[3] dans le val d'Aoste sont : dans le granit et le gneiss ancien, la galène argentifère, dans la zone de la pierre verte le cuivre pyriteux (dans la diorite), le fer magnétique (dans la serpentine), le fer oligiste (dans le calcschiste), le calcaire cristallin : dans la zone anthracifère, les anthracites, dans la zone paléozoïque, les calcaires et les gypses. Les minerais métallifères les plus importants sont le cuivre pyriteux et le fer magnétique.

M. MICHEL-LEVY[55] rappelle les observations qui ont été faites à diverses reprises sur les roches porphyriques des environs du lac de Lugano et les analyses des porphyres rouges et noirs fournies par M. Studer (Rev.

pour 1875, 356). Il indique ensuite les divers caractères de ces roches; les porphyres noirs sont des roches intermédiaires à pâte exclusivement feldspathique; ils sont identiques aux porphyres noirs anthracifères de la Loire, du Morvan, etc. L'auteur s'en est déjà occupé antérieurement*. Les porphyres rouges sont franchement acides et ont un magma très riche en quartz récent; ils sont assimilables à des porphyres houillers de la Loire et du Morvan qui percent les porphyres noirs. Les porphyres bruns à sanidine chatoyante et les pechsteins de Cugliate et de Grantola sont semblables à des porphyres permiens du Morvan et des Vosges**. L'étude microscopique de ces roches confirme ces subdivisions. La confusion apparente qui existe sur certains points entre ces formations provient de dislocations plus récentes. L'âge relatif de ces porphyres aux environs de Lugano est bien celui qu'indiquent les analogies avec les roches que nous venons de signaler.

M. Jannettaz[69] a donné l'analyse minéralogique de quelques roches de la Haute-Savoie, schistes houillers noirs, schistes rouges et verts, schistes satinés du trias, gneiss et calcaires, et a étudié leurs propriétés thermiques.

Mofettes. Les mofettes de la Basse-Engadine ont été l'objet des observations de M. Goll[53]. Elles proviennent des schistes quartzeux et micacés qui constituent le sol de cette vallée. La plus importante de ces émanations d'acide carbonique sort d'un creux en entonnoir qui a 1^{m} de diamètre et $0^{m},30$ de profondeur; celle del Dragun, analysée par M. Bunsen, renferme 91,1 % d'acide car-

* Bull. Soc. géol., 1873, I, 464.
** Bull. Soc. géol., 1875, III, 199.

bonique et 0,9 % d'azote. La couche de gaz s'élève de $0^m,12$ à $0^m,15$ au-dessus du sol.

Combustible fossile. M. MESSIKOMER[85] s'est occupé des divers gisements de charbon fossile en Suisse. Il signale l'insuffisance des dépôts contenus dans le terrain houiller et dans le tertiaire, où cependant l'on a entrepris de les utiliser. Le gisement le plus important dans cette formation est celui de Käpfnach, au bord du lac de Zurich, qui fournit annuellement 200000 quintaux de houille. Le lignite contenu dans le diluvium donne lieu à une active exploitation. Le dépôt de Schöneich, près Wetzikon, compris entre deux nappes glaciaires, comptait environ 400 pieds de largeur et 1000 pieds de longueur; il est maintenant épuisé. Les gisements de Dürnten, Utznach et Morschwyl sont encore exploités. Le premier, dans lequel les couches sont soulevées avec une inclinaison de 10 à 30°, fournit annuellement 50000 quintaux; celui d'Utznach est beaucoup plus abondant. Mais c'est la tourbe qui, dans la Suisse orientale, est le combustible le plus commun. Les tourbières sont nombreuses, mais n'ont pas de grandes dimensions; leur production est donc très limitée; il est probable que dans une quarantaine d'années elle sera épuisée.

M. DESOR[19] a exposé les résultats obtenus par le forage au diamant fait à Rheinfelden pour la recherche de la houille et il a donné la description des terrains traversés (Rev. pour 1875, 352). Cette opération, qui a été exécutée avec la plus grande facilité avec des couronnes de diamant de 5 et 12 centimètres de diamètre, a montré que l'épaisseur du grès bigarré dans cette région n'est que de 80^m et celle du terrain permien de 240^m, au lieu des chiffres beaucoup plus élevés admis dans les

premières évaluations. Ce fait facilitera les nouvelles recherches qu'on pourrait tenter dans une région voisine.

Tremblements de terre. M. DE TRIBOLET[113] a donné la liste des tremblements de terre ressentis dans le canton de Neuchâtel depuis le 14me siècle et dont l'histoire a gardé le souvenir; on en connaît 20 dans le 17me siècle, 16 dans le 18me et un assez grand nombre dans le 19me. En 1876 il y a eu, le 2 avril et entre le 30 avril et le 16 mai, 11 secousses successives. L'auteur en attribue la cause à des effondrements dus à une érosion souterraine à la fois mécanique et chimique. Le sol du Jura est formé d'une série d'assises dont un grand nombre, dolomies, marnes, argiles, anhydrite, sel gemme, sont attaquables par l'eau; elles alternent avec des dépôts beaucoup plus résistants, formés surtout de bancs calcaires. Cette structure est éminemment propre à de grands effondrements ou éboulements qui seront d'autant plus sensibles qu'ils auront lieu plus près de la surface.

M. STUDER[109] a remarqué que les secousses ont été généralement perpendiculaires à la direction des chaînes. Il admet, avec M. DESOR[20], qu'elles sont un phénomène local, jurassien, dû à des effondrements internes.

Failles et soulèvements. Alpes. M. ÉBRAY[26] a fait l'étude des failles de la chaîne des Alpes au nord du Mont-Blanc et en dehors de cette chaîne dans la direction des vallées de la Saône et de la Loire. Il remarque que les inclinaisons des lambeaux disloqués augmentent du Morvan vers les Alpes et que la hauteur des montagnes croît avec l'inclinaison des couches; il donne une figure théorique de ces dislocations; l'affaissement s'est propagé dans la direction du Mont-Blanc.

M. BALTZER[2] a décrit les grands contournements qui

ont la forme d'une double boucle et qu'on observe dans les Alpes glaronaises*. La surface occupée par ce phénomène est d'environ 60 lieues carrées, et la longueur sur laquelle on peut l'observer de 26 kilomètres. Sur cet espace, les couches sont repliées de manière à former deux S tournées en sens inverse et se relient par le bas dans les profondeurs du sol; il en résulte qu'entre la vallée du Rhin et celle de la Reuss, les couches les plus récentes, soit le terrain éocène (flysch et nummulitique), sont recouvertes par les terrains plus anciens, le crétacé, le jurassique et la sernifite (permien) renversés eux-mêmes les uns sur les autres. Le terrain éocène occupe le bas ou le milieu de la montagne, le verrucano forme les sommets. Les deux points opposés de cette vaste boucle sont à des distances très variables suivant les localités. Les couches éocènes, comprises dans leur intervalle, sont très contournées et sont recouvertes par les couches de calcaire secondaire qui n'ont pas subi les mêmes plissements.

Il n'y a, comme le remarque M. Baltzer, que l'hypothèse de grands contournements, déjà admise par Escher, qui puisse expliquer ce phénomène. Il est impossible d'admettre, avec M. vom Rath**, que les couches indiquées comme terrain jurassique et verrucano, soient du terrain éocène métamorphique ni que le verrucano soit une roche éruptive. Ces plis doivent s'être fait très lentement et supposent une grande flexibilité dans les roches. Celle-ci paraît varier beaucoup en proportion de l'argile qu'elles contiennent. Ainsi le terrain néocomien du Glær-

* Voyez les coupes de M. Heim (Rev. pour 1870).

** Geognostisch-mineralogische Beobachtungen im Quellgebiet des Rheins. Zeitschr. der deutsch. geol. Ges., 1862.

nisch, qui a subi, sans se rompre, de grands contournements, renferme 30 % d'argile ; le calcaire jurassique supérieur de cette montagne, qui n'est pas plissé, n'en renferme que de faibles traces.

Vosges et Forêt-Noire. E. de Beaumont avait rapporté le soulèvement des Vosges et de la Forêt-Noire à l'époque du grès bigarré. Plusieurs géologues ont adopté après lui cette opinion, soutenue dernièrement encore par M. Platz (Rev. pour 1873, 282). M. Lepsius[75] n'a pas admis cette théorie et a soutenu que le dépôt des terrains triasiques et jurassiques a été parfaitement continu et concordant dans cette région et qu'il a précédé le soulèvement de ces deux massifs. Mais on n'en trouve aucune trace à leur sommet et M. Platz[96] démontre que leur défaut ne peut être attribué à l'érosion, mais provient de ce qu'ils n'ont pas été déposés. La forme même de ces montagnes, la disposition si nette des failles qui les séparent de la vallée du Rhin et celle des terrains le long de ces failles, prouvent que les Vosges et la Forêt-Noire ont déjà été exondées avant l'époque du muschelkalk et que c'est de ce même moment que date la formation de la vallée. Du côté opposé à cette vallée, les montagnes s'abaissent doucement sans qu'il y ait eu de ligne de fracture ; mais sur le versant oriental de la Forêt-Noire on observe une discordance de stratification entre le grès bigarré inférieur et le supérieur. Le soulèvement a été très lent et a commencé après le dépôt du grès vosgien, équivalent du grès bigarré inférieur. Ainsi M. Platz invoque à l'appui de son opinion les faits suivants : le manque des formations plus modernes que le grès bigarré au sommet de ces montagnes; la disposition des failles qui limitent la vallée du Rhin et ne pénètrent pas dans les

terrains plus récents, et la stratification discordante des couches sur le bord extérieur des massifs. Cette opinion, combattue de nouveau par M. Lepsius qui a réfuté ces divers arguments, est partagée par M. Sandberger [103].

Formation des vallées. Les vallées qui entourent le Righi sont, ainsi que l'a remarqué M. Rutimeyer [102], diposées de la manière la plus singulière et paraissent dater de plusieurs époques. Chaque partie du lac de Lucerne, le bassin du lac de Zoug, celui du lac Lowerz appartiennent à des systèmes divers. La dépression qui s'étend de Zoug au Muottathal est constituée par cinq éléments distincts. L'ancienne et profonde échancrure qui forme la vallée de la Reuss est subitement interrompue à Brunnen. La vallée longitudinale de Gersau s'étend par le lac de Lucerne jusqu'à Buochs et Alpnach d'un côté, jusqu'à Schwytz et peut-être plus loin de l'autre. Une autre vallée longitudinale, celle de Wäggis, qui renferme aussi une partie du lac, s'étend du lac Lowerz à Hergiswyl, quoiqu'elle soit interrompue par le Righi. Les soulèvements successifs ont modifié les plus anciennes de ces vallées pour en former de nouvelles et l'on peut considérer la vallée d'Arth et le lac de Zoug comme le prolongement normal et direct de la vallée d'Uri, malgré la présence de la Hochfluh qui est venue plus tard en interrompre le cours. M. Rutimeyer termine son ouvrage sur le Righi par des considérations sur les lacs qui entourent ce massif, la diversité de leur origine et l'influence que les anciens glaciers peuvent avoir exercé sur eux.

Chaleur interne. M. Hirsch [64] a critiqué la méthode employée pour l'observation des températures de la roche et de l'air dans le tunnel du Gothard. Il montre que les

premières, prises au moyen des eaux d'écoulement, quand il y en a, ne donnent aucune indication précise; quant aux secondes, elles sont viciées par de nombreuses causes d'erreurs dont on ne peut pas tenir compte avec une exactitude suffisante. Aussi les calculs faits au moyen des observations déjà recueillies arrivent à des résultats absurdes; ils indiquent par exemple que la température devrait diminuer à mesure que l'on s'enfonce davantage dans la montagne. M. Hirsch démontre que la profondeur horizontale à laquelle on pénètre est un des facteurs principaux qui déterminent la température et que celle-ci ne dépend pas seulement de l'augmentation de profondeur verticale. La forme du massif étant très irrégulière, l'accroissement de la température est déterminé par beaucoup de conditions qu'il est difficile d'évaluer. En en tenant compte autant que possible, on peut conclure que la température au centre du tunnel sera de 40 à 42° d'après les observations faites à Airolo, et de 57° d'après celles de Gœschenen qui présentent plus de chances d'erreur. Ce sont les premiers de ces chiffres que M. Hirsch regarde comme les plus probables*.

II. Terrains.

Terrains primaires.

M. Lory [80] a signalé des distinctions qu'on peut établir dans les roches cristallines des Alpes et qui pourront être utilisées pour une classification chronologique de ces roches. Dans la chaîne de Belledonne, entre Vizille et les

* Des mesures prises récemment avec une grande exactitude dans un puits creusé à Sperenberg et qui a été poussé jusqu'à 3390 pieds de profondeur ont donné une augmentation de température régulière de 0°,76 R. par 100 pieds. Neu. Jahrb., 1876, 716.

plaines de l'Oisans, on rencontre d'abord des schistes très feuilletés, micacés, quartzeux, chloriteux, métallifères. A partir de la Séchilienne, on traverse des gneiss amphiboliques plus anciens, alternant avec des diorites schisteuses et pénétrés par des veines de diorite granitoïde; puis viennent des schistes micacés avec grenats et des calcaires saccharoïdes, qui s'appuient sur des gneiss et des granits à mica blanc. La protogine, qui est très développée dans le massif du Pelvoux, est en liaison intime avec les gneiss chloriteux, dans lesquels elle paraît former des amas interstratifiés, contemporains de la formation de ces gneiss et non injectés ultérieurement.

M. Gastaldi [52] a continué ses recherches sur les roches anciennes des Alpes dans la partie supérieure de la vallée du Pô. Ce fleuve traverse, en amont d'Envie, une zone de gneiss central, large de 16 kilomètres, qui fait partie du grand massif cristallin s'étendant de la vallée de la Doria Riparia à Saluzzo. La roche en est parfois granitoïde, parfois schisteuse; elle est très riche en cristaux d'orthose, qui est le minéral le plus caractéristique du gneiss central, tandis que l'albite et l'oligoclase sont dominants dans la zone de la pierre verte. On y trouve quelques bancs de quartzite, de graphite, de calcaire saccharoïde, et parfois de la stéatite (craie de Briançon).

Ce gneiss est nettement stratifié et d'origine sédimentaire, bien qu'il soit la roche la plus ancienne; les minéraux qu'il renferme indiquent que, pendant son dépôt, la vie existait déjà à la surface du globe. Il est recouvert par la zone de la pierre verte, qui a 22 kilomètres d'épaisseur. Elle commence par un banc de calcschiste auquel succèdent des serpentines, des euphotides, des schistes épidotiques et variolitiques, formant le massif du Mont

Viso, puis une alternance de calcschistes et de quartzite; le Monte Pelvo est formé par cette dernière roche. Dans ses premiers travaux, M. Gastaldi regardait la zone de la pierre verte comme l'équivalent du terrain laurentien; plus tard il l'a classée dans le laurentien supérieur, l'huronien et le cambrien. Aujourd'hui il la considère comme prétriasique avec les gypses, les cargneules, les schistes lustrés qui l'accompagnent, sans définir exactement l'horizon auquel elle correspond.

Les roches cristallines des Alpes sont semblables à celles de l'Apennin* et il n'y a aucun motif pour séparer cette chaîne de la chaîne alpine. La zone de la pierre verte constitue, avec des caractères identiques, une partie importante de l'une et de l'autre.

M. Baretti[3] a décrit les terrains anciens qui forment les montagnes du Val d'Aoste. Au-dessus des granits et des gneiss, qui sont le centre des grands massifs alpins, se trouvent les terrains appartenant à la zone de la pierre verte. M. Baretti la subdivise en deux horizons; l'inférieur, calcaréo-magnésien, renferme les roches suivantes: serpentine, talcschiste chlorite, pierre ollaire, diorite, syénite, euphotide, dolomies, cargneules, gypse, calcschiste, calcaire cristallin; l'horizon supérieur, qui est celui des roches micacées feldspathiques, est formé de gneiss, de micaschistes et de porphyres gris. Tous ces terrains sont prépaléozoïques. Au-dessus viennent les couches du terrain anthracifère que M. Baretti regarde comme plus ancien

* M. de Stefani ne reconnaît pas dans la Toscane l'équivalent de la zone de la pierre verte. Les marbres des Alpes apuennes sont d'époque beaucoup plus moderne; les serpentines, les euphotides de la Garfagnana sont plus récentes que le terrain éocène, sur lequel elles reposent (*Bull. com. geol. d'Italia*, 1875, 212; 1876,16).

que le terrain houiller, des calcaires, des gypses et des calcaires compactes qui ont été rapportés généralement au trias et au lias. L'auteur émet des doutes sur ce classement.

Clivage des roches. Structure en éventail. Le clivage des roches est très distinct des plans de stratification et sa production est en rapport avec les actions qui ont déformé les fossiles dans les mêmes couches et avec les grandes lignes de dislocation. Ce phénomène doit donc être attribué à des actions mécaniques. M. DAUBRÉE [15] a fait sur ce sujet une série d'expériences remarquables, à l'aide de la machine de M. Tresca. Sous une forte pression, il a produit sur de l'argile desséchée, des feuillets disposés dans le sens de la pression et du mouvement; il a obtenu aussi des bélemnites tronçonnées semblables à celles que l'on trouve dans les schistes argileux des Alpes. Ces expériences, variées un grand nombre de fois, ont fait constater une identité frappante entre les roches feuilletées artificiellement et celles qui présentent le phénomène naturel du clivage. L'auteur remarque l'importance de ces expériences pour expliquer la texture des roches schisteuses; cette texture s'observe dans des roches d'origine et de nature très différentes, dont les unes sont fossilifères, d'autres cristallines, d'autres évidemment éruptives; les meilleurs exemples en sont les masses centrales des Alpes et des Pyrénées, le Mont-Blanc, le St-Gothard, les Alpes bernoises, le Pelvoux, etc., dans lesquelles on a constaté la présence de la structure en éventail. M. Daubrée est arrivé à reproduire artificiellement cette structure qui se manifeste quand la roche émerge par la compression du moule dans lequel elle est emprisonnée. Les observations de M. Studer dans les Alpes bernoises, où des

masses calcaires ont été enchâssées dans le gneiss, sans être modifiées par lui, prouvent que ce gneiss n'était pas entièrement solide quand il a été poussé à la surface, mais qu'il n'était pas non plus à l'état de fusion ; il les a enveloppées à la manière d'une masse plastique. La plasticité était probablement due en partie à l'énorme pression qu'il subissait. Celle-ci a déterminé la schistosité de la masse, qui a pris la structure en éventail quand elle est sortie du moule qui la comprimait. Il en a été de même dans les autres massifs, par exemple dans celui du Mont-Blanc, où les terrains secondaires ont été comprimés, comme les schistes cristallins, dans la vallée de Chamonix, tandis que d'autres parties, telles que le lambeau calcaire des Aiguilles-Rouges, qui n'étaient pas comprises entre les masses cristallines ont été soulevées par elles.

M. Kaufmann [71] a résumé les recherches faites sur la structure en éventail du Gothard. Elle a déjà été l'objet des observations de Scheuchzer; plus tard elle a été étudiée par Pini, qui regardait les divisions en bancs comme le résultat de la segmentation des granits, tandis que de Saussure, les deux Escher de la Linth, Lardy et de Fritsch pensaient qu'elle est le résultat de la stratification. MM. Studer, vom Rath et Giordano se sont prononcés pour la théorie de Pini et ont combattu par de nombreux arguments les défenseurs de la théorie opposée, soit pour le massif du Gothard, soit pour les autres massifs alpins.

M. Lory [79] constate que, dans tous les massifs appartenant à ce qu'il a nommé la première zone alpine (Pelvoux, Grandes-Rousses, Belledonne, Aiguilles-Rouges, Mont-Blanc), les terrains secondaires reposent, quand ils sont encore horizontaux, sur les tranches des schistes cristallins ou du grès à anthracite. Le feuilletage et la strati-

fication très inclinée de ces roches est donc un fait antérieur au dépôt du trias. Après le dépôt du terrain jurassique, ont eu lieu des glissements, des dislocations, suivant les plans de stratification. Une partie des terrains secondaires sont restés en lambeaux horizontaux, les autres, pris dans les failles, ont été redressés, pliés, froissés, ont glissé et ont paru ainsi, dans beaucoup de cas, prendre une stratification concordante avec celle des roches cristallines; c'est ainsi que s'est formée la vallée de Chamonix. La structure en éventail du Mont-Blanc s'explique par une compression latérale de la base du massif qui aurait entraîné un écartement des feuillets dans la partie supérieure, explication qui peut être maintenue, quelle que soit l'idée que l'on adopte sur l'origine des divisions stratiformes de la protogine. Les deux flancs de cette montagne ne présentent aucune symétrie et les couches ne se correspondent pas d'un côté à l'autre, le versant italien ne présentant pas le grand développement des gneiss qui se voit sur le versant français. Le Mont-Chétif appartient déjà aux chaînes alpines intérieures, où les terrains jurassique, triasique et houiller reposent en concordance sur les schistes cristallins.

M. Lory est aussi disposé à expliquer les coins calcaires dans les gneiss des Alpes bernoises, par des failles dont les unes seraient parallèles, les autres perpendiculaires aux couches de ces roches, et le long desquelles se seraient produits des glissements; les couches jurassiques, flexibles, auraient été moulées et repliées dans cette nouvelle forme. Cette explication théorique lui paraît s'adapter aux faits qui ont été décrits par M. Studer [108] et dont cet auteur fait une des principales objections à la théorie de la stratification du gneiss (Rev. pour 1873, 285; 1874, 282).

D'après M. Pfaff [94], le Mont-Blanc ne présente pas la structure en éventail. L'inclinaison des couches est trop irrégulière et trop variable pour qu'on puisse donner ce nom à leur disposition dans ce massif, et l'on a, sur ses deux flancs, beaucoup d'exemples de roches qui, au lieu de plonger sous la montagne, plongent en sens inverse; ces exemples sont, il est vrai, tirés en majeure partie de la disposition des roches secondaires dans le voisinage du fond de la vallée, disposition qui a beaucoup moins d'importance que celle de la protogine. L'auteur pense que les roches cristallines étaient déjà relevées en bancs verticaux avant le dépôt des terrains secondaires et qu'elles formaient un fond de mer de profondeur variable.

Les dislocations des couches triasiques et jurassiques sont dues, soit au soulèvement, soit surtout à l'action de l'eau à laquelle M. Pfaff attache une grande importance pour expliquer les bouleversements locaux. L'eau attaquant diversement les roches, entraînant certaines d'entre elles, laissant les autres plus ou moins intactes, doit être, dans l'écorce du globe, une cause de désagrégation et de dislocations qui ont pour conséquence des effondrements irréguliers de la surface. Ce sont ces affaissements qui se sont manifestés dans les vallées qui entourent le Mont-Blanc; ils ont eu parfois pour conséquence des renversements partiels qui donnent aux couches secondaires l'apparence de plonger sous les terrains cristallins, tandis qu'ailleurs elles reposent sur eux normalement, mais en couches inclinées. La prétendue structure en éventail des roches cristallines doit être rapportée à la même cause, la compression que les roches ont subie au niveau du fond des vallées par suite de l'affaissement des roches calcaires devant tendre à faire écarter leur partie supérieure, et ce

mouvement augmentant ensuite naturellement par l'effet de la pesanteur.

Terrains mésozoïques.

TRIAS. L'assimilation, établie par M. A. Favre*, de l'arkose du massif du Mont-Blanc avec le grès bigarré a été confirmée par plusieurs observations. Les amas de jaspe renfermés dans cet arkose, près de St-Gervais, sont d'après M. PELLAT [93] identiques à ceux qui se trouvent dans les grès bigarrés des environs d'Autun; les cargneules qui le recouvrent sont aussi fort semblables au calcaire dolomitique cloisonné, intercalé dans les marnes irisées de la même région. Suivant M. DAUBRÉE [16], on trouve près de Plombières, dans les Vosges, des jaspes qui sont dans la même position que ceux de St-Gervais. Il attribue leur origine à des infiltrations quartzeuses, épanchées, à côté du granit, dans la partie inférieure du grès bigarré.

M. GUMBEL [60] a continué la discussion entamée avec MM. de Richthofen, de Mojsisovics et Hœrnes, sur les dolomies du Tyrol méridional (Rev. pour 1875, 366). Il a conclu de ses premières recherches dans les environs de Botzen que l'étage des dolomies du Schlern formait primitivement dans cette région une masse continue qui, plus tard, s'était rompue par suite des mouvements du sol et des érosions et avait ainsi pris l'aspect caractéristique de ces montagnes si hautes et escarpées. Les géologues autrichiens, avec lesquels il est en opposition, sont de l'opinion que ces marnes ont toujours été isolées et ont été formées par des récifs de coraux dans les intervalles desquels se déposaient des couches marneuses. M. Gum-

* Recherches géologiques, 1867, III.

bel remarque que, dans leurs dernières publications, ils ont restreint leur théorie à quelques cas particuliers, au lieu de l'étendre, comme ils le faisaient auparavant, à toutes les dolomies du Tyrol méridional. Il constate que ces dolomies sont stratifiées et qu'on n'y observe pas, ou très rarement, la structure coralligène, tandis qu'elle est parfaitement visible dans beaucoup de calcaires. Enfin il cherche à démontrer que l'hypothèse d'une origine coralligène n'est pas conciliable avec les circonstances dans lesquelles se formaient ces dépôts.

Les recherches récentes et très complètes de M. Benecke[4] ont tranché la question si controversée de l'âge du calcaire d'Esino. Suivant sa classification, ce terrain est inférieur aux couches de Raibl et peut être regardé comme un équivalent du Keuper inférieur, les couches de Raibl correspondant au Keuper moyen, la grande dolomie et les couches rhétiennes au Keuper supérieur.

Terrain rhétien. M. Henry[63] a fait l'étude des assises comprises entre l'étage des marnes irisées et l'horizon de la *Gryphea arcuata,* dans les départements du Doubs, du Jura et de la Haute-Saône. L'étage rhétien qui en forme la base est constitué à la partie inférieure par des grès, des argiles et des calcaires jaunes cloisonnés, à la partie supérieure par des calcaires foncés, des marnes noires et des marnes ressemblant aux marnes irisées. Il est caractérisé par l'*Avicula contorta* Portl., *Cardium cloacinum* Qu., *Anomia Schafhautli* Winkl., *Pecten Valoniensis* Defr., et de nombreux restes de poissons. L'étage hettangien qui le surmonte correspond aux zones des *Ammonites planorbis* et *angulatus.* Il renferme beaucoup de *Cardinia* et la *Lima gigantea.* Ces deux étages sont bien distincts par leurs caractères paléontolo-

giques, pétrographiques et même stratigraphiques; ils n'ont qu'un petit nombre d'espèces communes. Le keuper supérieur renferme aussi dans la même région un horizon fossilifère dont la faune ne paraît avoir aucun rapport avec celle des couches infraliasiques. Ces conclusions sont appuyées par un grand nombre de coupes prises dans les diverses parties de la Franche-Comté, et par l'étude des fossiles rhétiens et hettangiens. Ces deux terrains sont indépendants du keuper. Le premier, qui renferme 90 espèces, est un étage distinct par sa faune et ses caractères pétrographiques; le second se rattache au lias et renferme 111 espèces. Ce mémoire est accompagné de plusieurs planches.

T. LIASIQUE. Les salines de Bex ont été étudiées par M. POSEPNY[97]. Elles ont fourni, en 1873, 1,900,000 kilogrammes de sel, soit 6 à 7 $^0/_0$ de la consommation de la Suisse. 23 $^0/_0$ du sel proviennent des eaux salines, 77 $^0/_0$ de l'exploitation directe de la roche. Le sel, le gypse et l'anhydrite se trouvent réunis dans ce gisement comme dans un grand nombre de salines, et sont des dépôts d'une solution très concentrée. Des lits d'anhydrite contournés alternent avec des bancs de sel et d'argile; on y trouve aussi des cristaux de quartz. Les relations géologiques des deux masses principales de gypse avec les calcaires qui les séparent et les enveloppent, ne sont pas aussi simples que l'avait cru Charpentier; il y a dans ce terrain beaucoup de plissements dont cet auteur n'a pas tenu compte. D'après les fossiles qu'il a recueillis lui-même et ceux qui sont déjà connus par les travaux de Lardy et de M. Studer, l'auteur rapporte cette formation salifère au terrain liasique. Nous devons à M. DE TRIBOLET une traduction de cette note.

T. JURASSIQUE. M. ÉBRAY [26] a découvert dans les environs de Viuz (Haute-Savoie) des fossiles de divers étages jurassiques (*Ammonites primordialis, Parkinsoni, viator*) qui permettent de classer d'une manière certaine des terrains sur l'âge desquels on était encore dans le doute.

Le même auteur [27] a constaté la présence du *Cancellophycus scoparius* dans des marnes qu'on rencontre sur la route de St-Jeoire à Bellevaux par Onnion.

T. oxfordien. J'ai publié [42] la description des fossiles du terrain oxfordien dans les Alpes de la Suisse occidentale. Ce terrain se compose de deux horizons. L'inférieur, formé d'un calcaire rouge concrétionné, renferme, associés ensemble, des fossiles de la zone à *Amm. cordatus* et de celle à *Amm. transversarius* :

Belemnites hastatus, Bl.
— Sauvanausus d'Orb.
Ammonites Manfredi Opp.
— mediterraneus Neum.
— polyanchomenum Gem.
— Henrici d'Orb.
— Erato d'Orb.
Ammonites Arduennensis d'Orb.
— Eugenii d'Orb.
Cidaris filograna Ag.
Rhabdocidaris spinosa Ag. sp.
Collyrites Voltzii Ag. sp.
— Friburgensis Oost.

L'horizon supérieur, formé d'un calcaire gris, contient en majeure partie des types de la zone à *Amm. transversarius* et quelques espèces appartenant à des horizons plus récents :

Belemnites hastatus Bl.
— Argovianus May.
Ammonites plicatus Neum.
— Saxonicus Neum.
— Manfredi Opp.
— Arolicus Opp.
— callicerus Opp.
— Erato d'Orb.
Ammonites plicatilis Sow.
— colubrinus Rein.
— Birminsdorfensis Mœsch.
— Œgir Opp.
— bimammatus Qu.
Aptychus latus Park. sp.
Collyrites Voltzii Ag. sp.
— Friburgensis Oost.

On y trouve, dans presque tous les gisements, l'*Amm. bimammatus;* il renferme beaucoup d'espèces communes au calcaire rouge; il est recouvert directement par la zone à *Amm. tenuilobatus;* l'horizon inférieur du terrain jurassique des Voirons en fait partie. Un troisième horizon, le calcaire à ciment, inférieur au précédent, contient un certain nombre d'espèces du calcaire rouge et du calcaire gris. Toutefois son âge n'a pu être encore fixé d'une manière définitive à cause du mauvais état des fossiles.

M. TOMBECK [112] a constaté que, dans la Haute-Marne, l'*Ammonites bimammatus* se trouve, non-seulement avec l'*Amm. Marantianus* dans le terrain corallien compacte, mais aussi à un niveau inférieur dans la zone de l'*Amm. Babeanus,* c'est-à-dire dans le terrain argovien. Cette association est identique à celle que je viens d'indiquer.

T. jurassique supérieur. MM. DUMORTIER et FONTANNES [25] ont publié une description des ammonites de la zone à *Ammonites tenuilobatus* de Crussol (Ardèche). Sans prétendre tirer de cette étude paléontologique des conclusions décisives sur l'âge de ces couches, les auteurs font cependant remarquer « le peu de rapports que la plupart des formes de ce niveau offrent avec celles de la zone à *Amm. transversarius* » et « l'affinité incontestable qui existe entre plusieurs espèces et certains types du kimméridien inférieur. » Cette affinité, jointe à la présence d'un petit nombre d'espèces identiques du bassin anglo-parisien (*Amm. longispinus, desmonotus, alternans, polyplocus, Lothari,* etc.), vient à l'appui de l'opinion qui considère la zone à *Amm. tenuilobatus* comme un facies du corallien supérieur ou du kimméridien inférieur. M. FONTANNES [47] remarque que l'on ne peut pas subdiviser cette zone en deux assises, comme cela a été

fait dans les Alpes orientales, où M. Neumayr a reconnu un horizon inférieur, correspondant à la zone à *Amm. tenuilobatus* proprement dite, et un horizon supérieur caractérisé par l'*Amm. Beckeri* et qui est l'équivalent de la zone à *Amm. Eudoxus* et *pseudomutabilis*.

Alpes. M. Pillet [95] a donné la coupe géologique de la colline de Lémenc, près Chambéry (Rev. pour 1875, 369); les couches de Berrias qui surmontent dans cette localité celles de Stramberg sont pour lui l'équivalent du Purbeckien du bassin anglo-parisien.

J'ai exposé [39] la structure géologique de la montagne des Voirons et reproduit la coupe qui en a été donnée par M. A. Favre. J'ai aussi résumé mes recherches sur le terrain jurassique de cette montagne et des Alpes de la Suisse occidentale [40] (Rev. pour 1875, 368).

M. Ébray [26] n'admet pas que la coupe des Voirons puisse s'expliquer par des contournements, mais par un simple redressement des couches combiné avec des failles. Il classe les calcaires à *Ammonites subfimbriatus, Rouyanus, Terebratula diphyoides* (néocomien alpin) et ceux indiqués par M. A. Favre comme étant de l'oxfordien dans les étages kimméridien et portlandien, surmontant le corallien. Cette coupe est entièrement différente de celle qui a été donnée par M. A. Favre et des résultats fournis par l'étude des fossiles jurassiques de cette montagne.

M. R. Hoernes [65] a signalé dans le Tyrol méridional plusieurs nouveaux gisements du terrain jurassique supérieur. Il donne une liste de fossiles de la zone à *Amm. tenuilobatus* et des couches tithoniques recueillis à Lavarella près St-Cassian par M. de Klipstein.

M. Didelot et moi [24] avons rendu compte de l'excursion faite au Salève par la Société géologique de France

et donné la coupe détaillée de cette montagne, spécialement des assises jurassiques et crétacées. Il a été constaté pendant cette excursion que, dans les carrières de Monnetier, la transition du calcaire jurassique oolitique au calcaire compacte valangien est tout à fait insensible et graduelle; ces deux terrains sont séparés, à quelque distance de là, dans la Grande-Gorge, par une brèche à cailloux noirs qui ressemble beaucoup au terrain purbeckien du Jura, mais dans laquelle on n'a pu encore trouver de fossiles d'eau douce.

M. COQUAND [14] tire les conclusions suivantes de ses propres recherches et des divers travaux publiés sur les calcaires coralliens. La coupe de Lémenc montre que la *Terebratula janitor* est superposée aux bancs de l'oxfordien supérieur à *Amm. polyplocus* et qu'elle remonte même dans le corallien à *Terebratula Moravica* et *Cidaris glandifera*. La coupe de l'Échaillon prouve que le corallien à *Terebratula Moravica* est recouvert par 100^{m} de calcaire attribué au purbeckien; la coupe du Salève fait voir ce même calcaire, inférieur à des assises jurassiques attribuées au portlandien et recouvertes par le valangien. Ces coralliens à *Diceras Lucii, Cidaris glandifera,* etc. offrent les plus grands rapports avec ceux d'Angoulême et d'Algérie qui sont de l'époque astartienne et doivent être regardés comme leurs contemporains.

Les calcaires du Château qui recouvrent à Crussol la zone à *Amm. tenuilobatus* renferment, d'après M. FONTANNES [47] :

Ammonites	ptychoicus Quenst.	Ammonites	Geron Zitt?
—	carachteis Zeusch.	—	contiguus Cat.
—	Staszycii Zeusch.	—	Volanensis Opp.
—	lithographicus Opp.	—	cyclotus Opp.
—	Hæberleini Opp.	—	avellanus Zitt. ?
—	Richteri Opp.	—	Haynaldi Herb.?

Ils sont l'équivalent exact du terrain tithonique inférieur et des couches du Calvaire de Lémenc.

Jura. M. Mœsch a signalé, depuis plusieurs années, l'association à Wangen et à Oberbuchsiten de fossiles des couches de Baden et de ceux du terrain astartien; ce fait a fourni un des principaux arguments pour établir la contemporanéité de ces deux horizons et pour les considérer comme des facies différents d'un même terrain. M. Choffat[10] a retrouvé dans le Jura occidental une association de fossiles tout à fait semblable. Sur les 44 espèces qu'il a recueillies, 21 se retrouvent dans l'astartien ou le kimméridien du Jura Bernois, et 19 dans les couches de Baden. Les couches coralliennes qui surmontent cet horizon sont, à Valfin même, l'équivalent du terrain ptérocérien, tandis que, plus au nord, aux Crozets, le facies coralligène ayant duré moins longtemps, elles ne correspondent plus qu'à l'hypoptérocérien, le ptérocérien proprement dit et l'épiptérocérien s'y trouvant normalement développés. Sur ces deux points la zone à *Amm. acanthicus* est comprise entre deux horizons coralligènes (Rev. pour 1875, 370).

M. de Tribolet[116] a fait la comparaison de la série des terrains jurassiques supérieurs étudiés dans la Haute-Marne par MM. Royer, Tombeck, Pellat et de Loriol, avec celle des assises du Jura suisse et français. Il établit le parallélisme de ces terrains de la manière suivante :

11. Purbeckien (avec les dolomies portlandiennes).	Zone à Cyrena rugosa.
10. Portlandien.	Zone à Amm. gigas et Cyprina Brongniarti.
9. Virgulien.	Z. à Amm. Caletanus.
8. Ptérocérien.	Z. à Amm. orthocera.
7. Séquanien supérieur.	Calcaire à Astartes et oolite de La Mothe.

6. Séquanien inférieur.	Corallien compacte.
5. Rauracien supérieur.	Oolithe de Doulaincourt ou marnes grises.
4. Rauracien inférieur.	Calcaires grumeleux corallien ou marnes grises.
3. Pholadomyen.	Z. à Belemn. Royeri.
2. Zone des calcaires hydrauliques.	Z. à Amm. Babeanus.
1. Spongitien.	Z. à Amm. Martelli.

Le même auteur [114] a résumé la discussion relative à l'âge des couches à *Amm. tenuilobatus*; il prouve qu'elles sont synchroniques du terrain astartien et supérieures au corallien proprement dit; il présente dans deux tableaux la classification des terrains jurassiques supérieurs dans le Jura et les contrées avoisinantes.

M. DE LORIOL [77] a commencé la monographie des couches de la zone à *Ammonites tenuilobatus* de Baden en Argovie. Dans une courte introduction, il donne la coupe géologique du gisement de ces couches qu'il regarde comme kimméridiennes et comme un facies du calcaire à astartes. Les fossiles décrits se rapportent aux genres *Serpula, Belemnites, Nautilus* et *Ammonites* (*Phylloceras, Amaltheus, Haploceras* et *Oppelia, pars*).

TERRAIN CRÉTACÉ. M. DE TRIBOLET [115] a décrit de nouveaux échantillons de crustacés décapodes des terrains crétacés inférieurs. Ceux qui proviennent de la Suisse sont :

Meyeria Vectensis Bell.	Valangien sup.	Ste-Croix.
? Astacodes falcifer Phill. sp.	Néocomien.	Sentis.
Prosopon Renevieri Trib.	Urgonien.	Ste-Croix.
Patte indéterminée.	Valangien sup.	Ste-Croix.

M. RENEVIER [99] a donné une coupe très détaillée des terrains de la Perte-du-Rhône. Il y indique, assise par assise, toutes les couches de la mollasse, du gault, de

l'aptien, du rhodanien et de l'urgonien, avec leurs principaux fossiles. Les phosphates non cristallisés de Bellegarde sont dus, suivant M. Jannettaz, à une attraction opérée par les matières organiques sur des phosphates d'origine minérale.

M. R. Hoernes [66] a signalé dans les environs d'Ampezzo et d'Enneberg, dans le Tyrol méridional, plusieurs gisements de terrain néocomien à *Ammonites Rouyanus, subfimbriatus, Grasianus,* etc. ; ce terrain, tout à fait indépendant des couches tithoniques, repose sur le calcaire du Dachstein.

M. Vacek [118] a trouvé un riche gisement de fossiles du gault près de Bezau, dans le Vorarlberg. On ne connaissait encore dans cette région que fort peu d'espèces de ce terrain. Cette découverte prouve que le gault du Sentis s'étend plus à l'est avec les mêmes caractères.

Terrains cénozoïques.

Terrain tertiaire. M. de Loriol [76] a terminé la description des Échinides tertiaires de la Suisse. Sur les 53 espèces décrites, 43 appartiennent à la faune éocène ; les couches nummulitiques du canton de Schwytz en renferment 34 dont 10 sont communes aux couches du Vicentin ; quelques espèces proviennent des couches oligocènes des Alpes bernoises et vaudoises. La faune miocène renferme seulement 9 espèces ; une seule, le *Brissopsis Pecchiolii* Des. a été trouvée dans le terrain pliocène du Tessin. Cette belle monographie termine l'Échinologie helvétique, entreprise par MM. Desor et de Loriol (Oursins jurassiques) et continuée par ce dernier auteur seul (Oursins crétacés et tertiaires).

M. Biedermann [5] a décrit et figuré une mâchoire de

Mastodon angustidens Cuv. qui provient des couches de la mollasse d'eau douce supérieure (ét. œningien) et qui a été recueillie dans la carrière de Veltheim près de Winterthur,

Nagelfluh. M. BACHMANN[1] a étudié la grande masse de nagelfluh polygénique qui s'étend, des bords du lac de Thoune, le long de la lisière des Alpes jusque dans la Suisse orientale. Les roches granitiques, porphyriques, etc., dont les cailloux constituent ce conglomérat, ne proviennent pas des Alpes ; on a remarqué depuis longtemps l'analogie de certaines d'entre elles avec des roches de la Forêt-Noire. Des quartzites blancs et des porphyres quartzifères rouges en forment dans l'Emmenthal un des principaux éléments. Les roches calcaires s'y trouvent aussi dans cette région. Elles y sont beaucoup plus nombreuses entre le lac de Lucerne et le lac de Constance, où elles ont une grande ressemblance avec le lias du Vorarlberg. La disposition des masses de nagelfluh dans la plaine suisse rappelle beaucoup la forme triangulaire des deltas. On peut y établir les distinctions suivantes :

1. Nagelfluh calcaire de Vevey et de Châtel St.-Denis (roches calcaires des Alpes de cette région).
2. Nagelfluh calcaire du Guggisberg et de Ruschegg, s'étendant jusque près de Schwarzenburg et dans laquelle les quartzites et les roches granitiques manquent presque entièrement.
3. Nagelfluh polygénique qui s'étend du lac de Thoune à travers l'Emmenthal et l'Entlibuch jusqu'aux environs d'Affoltern.
4. Nagelfluh calcaire et polygénique du Righi, du Rossberg et du Zugerberg.
5. Nagelfluh calcaire et polygénique qui s'étend du Wäggithal à travers le Toggenburg et l'Appenzell et au nord jusque près de Winterthur.
6. Lambeaux de nagelfluh calcaire entre Bregenz et Immenstadt.

La structure de ces masses, les passages à la mollasse, la diminution de grosseur des cailloux à mesure qu'on avance vers le nord, indiquent que ces dépôts ont été faits par des cours d'eaux venant de l'intérieur des Alpes. Les hypothèses les plus variées ont été émises pour expliquer l'origine des roches étrangères aux Alpes. M. Bachmann les réfute l'une après l'autre. Il remarque l'analogie des roches calcaires du Vorarlberg avec celles du Stockhorn et constate que le dépôt le plus épais de la nagelfluh est précisément dans la région comprise entre les lacs de Thoune et de Constance et où les chaînes formées de ces roches manquent. Est-ce un simple effet du hasard? L'auteur ne le pense pas et se ralliant en partie à la théorie de MM. Studer et Escher, il croit qu'à l'époque de la mollasse, la chaîne du Stockhorn s'étendait au-devant des Alpes calcaires actuelles, entre ces deux lacs, et que les terrains cristallins qui étaient à découvert dans cette chaîne, ainsi que les calcaires semblables à ceux du Stockhorn, ont fourni les éléments de cette roche polygénique. Cette chaîne disparue devait renfermer beaucoup de métaux dont on retrouve les traces dans les cailloux qui en sont les seuls restes.

La nagelfluh qui constitue le Righi a été l'objet des observations de M. Rutimeyer[102]. Cette roche est un dépôt littoral, formé en même temps que les mollasses d'eau douce et marine se déposaient dans l'espace qui sépare les Alpes du Jura. Son épaisseur est très inégale le long de la limite des Alpes; on ne doit pas s'en représenter le dépôt comme formant des couches continues, mais comme provenant de grands deltas produits, en certains points,par des accumulations de matériaux et s'amincissant comme des lentilles à partir du point central. La nagel-

fluh du Righi a été déposée pendant un affaissement lent et régulier du sol. Elle est constituée à la partie inférieure par une roche grise dans laquelle le calcaire prédomine; la partie supérieure est beaucoup plus rouge, formée en majorité de roches cristallines étrangères aux Alpes dont l'origine est inconnue, et souvent unie par un ciment rougeâtre. On y remarque la disposition des cailloux imbriqués les uns sur les autres dans le sens de la direction du courant.

Glaciers miocènes. M. Vezian [122] admet l'existence d'une période glaciaire miocène; on en retrouve les traces dans la colline de la Superga, où elle a été reconnue par M. Gastaldi, en Suisse, dans les Pyrénées où les restes en ont été trouvés par M. Garrigou, dans le Morvan où la découverte en est due à M. J. Martin. La nagelfluh de la Suisse ne serait que l'alluvion ancienne des glaciers miocènes du versant nord des Alpes. L'épaisseur si variable des diverses masses de cette roche, son accumulation au débouché des principaux bassins ont un caractère tout à fait diluvien, et M. Vézian attribue l'origine des cours d'eaux qui l'ont transportée aux anciens glaciers.

T. glaciaire. *T. pliocène et glaciaire* (Rev. pour 1875, 376). M. Sordelli [105] a publié, sur la faune de Cassina Rizzardi, de nouvelles observations qui confirment ses recherches précédentes. Il réfute les faits énoncés par M. Desor dans son livre sur le paysage morainique. Le supplément qu'il donne à la description des fossiles de cette faune en porte le nombre total à 156 espèces, soit 150 mollusques, 1 annélide, 2 polypiers, 3 foraminifères. De ce nombre, 85 sont éteintes, 64 vivent encore dans la Méditerranée, 4 vivent dans les mers tropicales. Parmi les espèces méditerranéennes, 15 sont spéciales à cette mer,

46, dont aucune n'est arctique, sont communes à l'Atlantique.

M. C. Mayer[83] a aussi combattu la théorie de MM. Stoppani et Desor sur la présence des anciens glaciers dans le nord de l'Italie à l'époque pliocène. Après une introduction stratigraphique sur la nature des dépôts et de la faune pliocène en Europe et spécialement dans les plaines de la Lombardie, il examine les localités de Balerna et de Fino. Les marnes exploitées à Balerna sont quaternaires, déposées dans l'eau douce, et ne contiennent aucune trace de fossiles; elles ont été confondues avec les marnes marines de Pontegana (astien inférieur); elles renferment cependant des cailloux striés et des blocs anguleux. Dans le monticule de Fino, les coquilles sont mêlées au sable et aux galets; une partie sont bien conservées, les autres roulées et brisées; un grand nombre d'entre elles appartiennent à des types tropicaux; elles forment un mélange d'espèces des terrains pliocènes inférieur et supérieur, celles du pliocène inférieur étant les plus brisées. Les cailloux sont roulés et de grosseurs très diverses; ils n'ont pu être déposés là ni par un glacier ni par des vagues de la mer, mais ils ont dû l'être par un cours d'eau. Le gisement de Fino est donc aussi un dépôt d'eau douce de l'époque glaciaire; la faune pliocène qu'il renferme, est remaniée; ces coquilles, mélangées avec des galets d'abord striés dans le glacier, puis roulés par un courant, sont arrivées dans cette localité longtemps après le retrait de la mer pliocène. M. Mayer joint à cette note un tableau synoptique des terrains néogènes supérieurs dans le nord de l'Europe, la France, la Suisse et l'Italie, dans lequel la division entre

les terrains pliocènes et glaciaires est soigneusement relevée*.

Les conclusions de M. Renevier[100] sur ce sujet sont différentes de celles de M. Mayer. Le gisement de Pontegana est un dépôt marneux où les fossiles sont très bien conservés, mais où il n'y a aucune trace de cailloux striés; il appartient au pliocène inférieur et date d'une époque où les glaciers étaient bien éloignés de cette station.

La colline de Fino (Bernate, Cassina Rizzardi) est formée de graviers stratifiés (*ceppo*) alternant avec de petites couches de sable dont les cailloux, plus ou moins cimentés, sont arrondis et souvent perforés par des lithophages. Les coquilles qui y sont contenues ne sont pas roulées et renferment du sable identique à celui au milieu duquel elles gisent. M. Renevier n'y a pas vu de cailloux striés. Les cailloux sont d'origine alpine et sont des cailloux glaciaires remaniés. C'est un dépôt marin d'époque plus récente, qui n'a aucun rapport avec une moraine et qui doit correspondre aux sables jaunes subapennins ou sables d'Asti; les quelques cailloux striés qui y ont été trouvés peuvent s'expliquer par des glaces flottantes; ce dépôt a dû être contemporain des grands glaciers pendant leur phase d'empiétement et il est l'équivalent des alluvions anciennes de la Suisse. Les argiles de Balerna sont incontestablement glaciaires; elles renferment en abondance des cailloux striés et sont surmontées de graviers post-glaciaires; mais on ne trouve là aucune coquille marine. Ainsi l'époque

* M. A Favre était arrivé à la même conclusion relativement à l'origine du monticule de Fino (Rev. pour 1865, 382).

pliocène coïnciderait avec l'extension des glaciers, la fin de cette époque avec leur extension maximum, l'époque quaternaire correspondrait à leur phase de retrait. M. Renevier réunit ces deux époques en une période qu'il nomme période glaciaire. Les alluvions anciennes sont donc classées par lui à l'époque pliocène supérieure, comme l'avait admis autrefois E. de Beaumont.

Après une nouvelle visite aux gisements qui font l'objet de cette discussion, M. Desor[23] a discuté les diverses objections faites à sa théorie. On ne peut mettre en doute que les glaciers n'aient eu sur le versant méridional des Alpes un développement considérable que l'auteur compare à celui des glaciers du Groënland; il décrit la marche de ceux-ci et leur mode de progression sur le bord de la mer. S'ils débouchent sur un rivage plat, ils restent sur une assez grande longueur en contact avec le fond de la mer et leur moraine profonde doit donc se mélanger avec le sable, le gravier et les coquilles marines. Le dépôt de Cassina Rizzardi a exactement cette origine. Les objections climatologiques faites par M. Mayer, après l'étude de la faune qui est formée d'un mélange de coquilles des marnes bleues et des sables supérieurs, demanderaient à être confirmées; car on connaît des exemples qui prouvent la faible influence des glaces sur le caractère de la faune marine. D'ailleurs les plantes recueillies à Pontegana, le châtaignier, un saule, un érable, le hêtre indiquent un climat plus froid que le climat supposé par M. Mayer. Les objections faites par M. A. Favre ne paraissent pas non plus suffisantes; le remaniement doit avoir été bien faible pour que les coquilles soient si bien conservées et que les cailloux n'aient pas entièrement perdu

les traces des stries dont ils étaient couverts. Le lavage signalé par cet auteur a dû être fait non par les torrents, mais par la vague de la mer dans laquelle ont vécu ces coquilles; ce qui le prouve, c'est que ce fait a été constaté depuis dans plusieurs nouvelles localités Ronco, Bulgaro-Grosso, Monticello et Caccivio et que, pour ces deux dernières au moins, l'explication par un remaniement local est impossible. Ce mélange de cailloux striés et de coquilles plus ou moins bien conservées doit donc être attribué à une cause générale qui ne se trouve que dans la théorie de MM. Desor et Stoppani. Ce dernier auteur l'a reconnu d'une manière très évidente à l'issue de la vallée de la Doire Baltée dans les moraines d'Ivrée*.

M. Falsan [31] a exposé la série des phénomènes qui se sont passés depuis l'époque miocène dans les environs de Lyon et qui ont amené la présence de coquilles miocènes et pliocènes dans les terrains glaciaires de cette région. La mer s'est retirée, à la fin de l'époque miocène, de cette contrée où les dépôts pliocènes sont des dépôts terrestres et d'eau douce. Les alluvions glaciaires qui recouvrent ces derniers dépôts ne contiennent que des fossiles remaniés; leur origine se rattache directement à l'extension des anciens glaciers. Les fossiles qui se trouvent à la base du terrain erratique, dans l'argile glaciaire et asso-

* M. *Trutat* a observé dans la partie inférieure de la vallée du Tech dans les Pyrénées, d'une part les dépôts glaciaires reposant sur des marnes bleues pliocènes redressées et d'autre part les couches relevées du glaciaire ancien supportant les marnes bleues fossilifères de Nidolères qui appartiennent également au pliocène. Il y aurait donc eu dans les Pyrénées deux époques glaciaires. Comptes Rendus 1875, LXXX, 1108. — M. *Leymerie* a contesté plus tard l'origine glaciaire du dépôt inférieur. Ibid., 1246.

ciés aux cailloux striés, sont des fossiles miocènes remaniés une deuxième fois et empruntés soit aux alluvions glaciaires, soit au terrain miocène. Une grande partie d'entre eux sont cependant fort bien conservés; malgré leur présence, on peut être certain que ce terrain erratique ne s'est trouvé en contact avec aucune mer. M. Falsan en conclut que les fossiles marins dont MM. Desor et Stoppani indiquent la présence dans les terrains glaciaires de la Lombardie pourraient bien provenir du remaniement des couches plus anciennes.

M. Fontannes[46] a expliqué par un remaniement semblable la présence dans les berges de la Fuly (Isère) d'espèces des sables mio-pliocènes à *Nassa Michaudi* et *Helix Delphinensis* dans un conglomérat d'époque beaucoup plus récente.

Versant nord des Alpes. La carte des anciens glaciers et du terrain erratique en Suisse, faite par M. A. Favre[35], est près d'être terminée. Elle représente, soit l'extension des névés et celle des anciens glaciers, soit le terrain glaciaire, les moraines et les blocs erratiques.

Les glaciers du Rhône, de l'Aar, de la Reuss, de la Linth, du Rhin et ceux du Jura sont indiqués par des teintes distinctes. Leurs limites étaient différentes dans bien des cas de celles des bassins hydrographiques actuels. Celui du Rhône déversait ses blocs erratiques sur ceux du Jura qui formaient pour eux une sorte de relais et les ont même transportés jusqu'au delà de Pontarlier. Le niveau supérieur des glaciers du Rhône et du Rhin fournit des indications intéressantes sur leur épaisseur, leur pente, leur direction :

Pour le premier, il est de 2800^m au Furkahorn, de 2082^m à l'Arpille, de 1650^m à Morcles; il s'abaisse de là

jusqu'à 1150^{m} au Gurnigel; le long du Jura, il varie de 1352^{m} au Chasseron, jusqu'à 470^{m} au Kaisterberg. L'épaisseur de la glace dans les vallées était de 1500 à 1600^{m} dans le Valais et diminuait de 917 à 136^{m} sur les flancs du Jura. L'inclinaison de sa surface était très variable, en général faible et souvent presque nulle. Les chiffres donnés par M. Favre pour celui du Rhin, montrent que, à part des circonstances locales, son allure était toute semblable.

Ces deux glaciers s'élevaient à l'Arpille, au-dessus de Martigny et au Calanda, à 2080 et 2070^{m}. L'étendue occupée par les glaciers-réservoirs est, d'après les mesures prises, égale à celle des glaciers d'écoulement. Les espaces qu'ils ont envahis en dehors de la chaîne des Alpes, étaient très considérables et les paysages de cette époque devaient rappeler sous beaucoup de rapports ceux du Groënland.

Bassin du Rhône. Dans une note sur les terrains des environs de Genève, M. A. Favre[33] expose la nature des terrains quaternaires de cette région. Il indique les caractères de l'alluvion ancienne que l'on trouve en masses épaisses sur les deux versants des Alpes. Comment a-t-elle pu se former en aval de plusieurs lacs ? On ne peut admettre, pour expliquer ce fait, la théorie de l'affouillement glaciaire. Antérieurement M. Favre croyait qu'elle était intimement liée à l'invasion des glaciers et que les bassins lacustres s'étant remplis de glace, les matériaux de l'alluvion avaient pu les traverser sans les combler. Mais cette hypothèse ne résout pas toutes les difficultés de ce problème.

L'alluvion ancienne est recouverte par le terrain glaciaire surmonté par l'alluvion post-glaciaire ou alluvion

des terrasses. Celle-ci a été formée par des cours d'eau provenant de la fusion des anciens glaciers et forme sur les bords du lac, du Rhône et de l'Arve, des terrasses dont la plus remarquable est au niveau de 30 mètres au-dessus des eaux actuelles. Au commencement de cette dernière période, certains dépôts ont été faits par des rivières qui n'existent plus maintenant ou qui ont changé leur cours; elles ont formé des vallées d'érosion qui ne renferment plus d'eau et dont on voit des exemples aux environs de St.-Julien.

M. Lory [81] a donné la coupe de la colline de la Bâtie, déjà décrite par Necker et par M. A. Favre et où l'on constate la superposition de l'argile glaciaire à l'alluvion ancienne. Il a indiqué de plus un fait nouveau qu'un chemin ouvert récemment le long des berges du Rhône, a permis d'observer et qui consiste en une nappe de boue glaciaire pénétrant au milieu de l'alluvion ancienne où elle se termine en biseau; de sorte qu'on a, en ce point, deux alternances de l'alluvion et de l'argile glaciaire, tandis que, près de là, il n'y a qu'une simple superposition de la seconde à la première. M. Lory en conclut avec raison à la liaison intime qui existe entre la formation de cette alluvion et l'ancienne extension des glaciers et il explique ce fait par un retrait momentané du glacier. Cette observation ne peut pas être invoquée pour établir l'existence de deux périodes glaciaires distinctes.

J'ai réuni [41] quelques observations qui tendent à prouver que l'alluvion ancienne a dû se déposer dans le voisinage immédiat des anciens glaciers. Les principales d'entre elles sont: les intercalations d'argile glaciaire dans ce terrain au Bois de la Bâtie et à Mategnin près de Genève, la présence de cailloux striés dans l'alluvion ancienne de

cette localité, le fait que ce terrain conserve, à quelque distance des Alpes qu'on l'observe, le même mélange de gros cailloux et de sable fin, et son dépôt à des hauteurs très diverses dans l'intérieur d'un même bassin.

M. Ph. de la Harpe[17] a découvert à Lausanne un gisement de tourbe dans lequel on voyait quelques cailloux anguleux et qui était recouvert par le terrain glaciaire; les restes de plantes et d'insectes qui y étaient contenus sont en mauvais état; on peut y reconnaître des fragments de *Populus* (*alba?*) et des élytres d'une *Donacia* (*discolor?*); il repose sur un dépôt de craie lacustre riche en coquilles, *Limneus vulgaris, stagnalis, Valvata cristata, piscinalis, Planorbis fontanus, nitidus, Cyclas rivalis, cornea, Pisidium.* Ce gisement date de l'époque glaciaire et peut-être de la fin de celle-ci.

M. Falsan[30] a présenté la carte qu'il publie en collaboration avec M. Chantre des anciens glaciers de la partie moyenne du bassin du Rhône*. (Rev. pour 1875, 384.)

M. Vezian[121] et M. Choffat ont publié quelques documents sur les blocs d'origine alpine transportés par les glaciers jurassiens; ces roches se rencontrent jusqu'aux environs de Pontarlier et de Salins et dans la vallée d'Ornans. Un bloc de schiste chloriteux a été indiqué au Mont-Poupet qui est à 40 kilomètres environ à l'ouest de Pontarlier.

M. Jaccard[68] a rendu compte d'une excursion faite avec M. A. Favre aux environs de Pontarlier pour y examiner les débris des roches alpines qui s'y trouvent en grand nombre. Ce ne sont pas de gros blocs, mais seulement des galets et des fragments dont le volume ne dé-

* *Mém. de l'Acad. des Sc. de Lyon*, 1869; *Archives Bibl. Universelle*, 1870; *Assoc. franç. pour l'avanc. des Sc.*, 1873.

passe pas un demi-mètre cube; on ne voit pas non plus de dépôts morainiques intacts; ces roches sont en majeure partie des quartzites. Le long de la route de la Chaux-de-Fonds à Maiche, sur la rive droite du Doubs, le même auteur a observé un véritable terrain glaciaire jurassien contenant plusieurs gros blocs de roches alpines, arkésine, gneiss chlorité, etc., de plus de $1^m,50$ de diamètre. Il en conclut que le glacier du Rhône a refoulé les glaciers jurassiens. M. Favre pense au contraire qu'il est venu s'unir à eux, les renforcer et que ceux-ci lui ont servi de *relais* pour transporter au loin les roches alpines.

M. Otz[91] a trouvé un bloc erratique de gneiss sur le mont d'Amin (Jura neuchâtelois) à 227^m au-dessus du signal de Chaumont, soit 1400^m au-dessus de la mer. C'est le plus haut bloc erratique qui ait encore été signalé dans la chaîne du Jura.

Bassin de la Reuss. M. Rutimeyer[102] a donné une carte du terrain erratique du Righi et de ses environs. La surface autrefois recouverte par le glacier est indiquée par une teinte uniforme, les blocs erratiques et les moraines de roches du St.-Gothard, les blocs ou amas de blocs calcaires et ceux de grès de Taviglianaz sont marqués par des teintes spéciales. Les principaux éboulements et les alluvions modernes y ont aussi été notés. La limite du terrain erratique n'est pas partout à la même hauteur; elle varie suivant la forme des montagnes et leur disposition. Elle atteint sa plus grande élévation en face du débouché de la vallée de la Reuss où elle est à 1340^m; le long de la Hochfluh on la trouve à 1300^m; elle s'abaisse peu à peu jusqu'à 1100^m au-dessus de Vitznau. Sur la rive gauche du lac, le Burgenstock (1134^m)

était couvert jusqu'au sommet. Sa hauteur est moindre sur le versant nord du Righi où on la trouve seulement à 1070m (au Dächli). La comparaison entre la disposition des blocs sur le Righi et celle qu'on remarque à l'entrée du Muottathal, où leur limite s'abaisse subitement beaucoup, a fait supposer à M. Rutimeyer qu'ils datent de deux époques différentes de la période glaciaire. Le glacier d'Uri avait, pendant la grande extension, sa limite supérieure à 900m au-dessus du lac de Lucerne, tandis que le glacier ultérieur provenant du Muottathal n'aurait guère atteint qu'une hauteur de 250m au-dessus du lac Lowerz et se serait peut-être terminé dans cette région. On retrouve donc aussi dans l'intérieur des montagnes ces phases diverses, dont la région de la plaine renferme de nombreux indices*.

Versant sud des Alpes. M. BARETTI[5] a décrit la marche des glaciers de la vallée d'Aoste qui sont venus former près d'Ivrée une moraine de plus de 18 kilomètres. M. PAGLIA[92] a étudié le terrain erratique du bassin du lac de Garda, M. OMBONI[90] celui des environs d'Arco dans la province de Trente, M. C.-W. FUCHS[51] celui des environs de Meran, dans le Tyrol méridional. Les roches polies et moutonnées jusqu'à 6000 pieds de hauteur, les grandes étendues de terrain glaciaire, les moraines prouvent l'ancienne extension du glacier de l'Etsch et de ses affluents dans cette région. Descendant de l'Ortler et des groupes de montagnes de l'Œtzthal, il atteignait là une épaisseur d'au moins 900 à 1000m. Parmi les glaciers latéraux, un des principaux était celui de Passer, dont on retrouve les moraines jusqu'à 1200 et 1600m de hau-

* Mühlberg, Ueber die erratischen Bildungen in Aargau, 1869.

teur et qui se réunissait à celui de l'Etsch à Verdin. Ce fait et d'autres encore nous montrent que le terrain avait déjà sa configuration actuelle et que la forme des vallées et des montagnes n'a été modifiée que par l'usure superficielle produite par les glaciers.

Vosges. M. Grad[54] a donné une description du phénomène glaciaire dans le massif des Vosges.

Époques glaciaires. M. Falsan[31] n'admet pas l'existence de deux époques glaciaires distinctes; il y a eu en Suisse avant la grande extension des glaciers, des oscillations qui ont permis le dépôt des lignites de Wetzikon, mais le glacier du Rhône ne s'est étendu qu'une seule fois aux environs de Lyon.

Après avoir cherché à démontrer qu'on retrouve dans les environs de Genève les traces de deux époques glaciaires séparées par le dépôt des alluvions anciennes, M. Tardy[110-111] compare ce résultat avec les faits signalés à Durnten par Escher et M. Heer, à Perrier par M. Julien, à Rivoli près de Turin par M. Gastaldi, et par lui sur le plateau des Dombes aux environs de Bourg, et il constate que le même fait peut s'observer dans ces trois gisements; la première de ces deux époques serait de date pliocène et aurait séparé l'époque des Mastodontes (*M. Avernensis* et *M. Borsoni*) de celle de l'*Elephas meridionalis.*

Érosion glaciaire. M. Viollet-le-Duc[123] a fait des recherches sur l'accumulation des neiges dans les montagnes, sur les glaciers, leur force d'érosion, leur marche, les dépôts qu'ils laissent dans les vallées; il a réuni beaucoup d'observations intéressantes sur la manière dont se forment les moraines, les boues glaciaires, les lacs morainiques, la structure même du glacier, les phénomènes de

gel et de dégel, la formation des torrents, enfin sur les causes de la croissance et la décroissance des glaciers actuels du Mont-Blanc.

L'action des glaciers sur les roches a été l'objet de l'étude spéciale du même auteur; il a décrit les divers modes de désagrégation des schistes cristallins et de la protogine, suivant la disposition de ces roches et les conditions dans lesquelles elles se trouvent. Il n'attribue pas à la glace une puissance d'érosion considérable; elle a raboté les obstacles, rompu ou abaissé certaines digues par une désagrégation successive, et cette action, qui a duré constamment depuis l'époque glaciaire et qui agissait alors avec une force bien plus grande, a considérablement aidé à produire le relief actuel.

Cet auteur[124] attribue cependant aux glaciers la formation des petits lacs dans les hautes montagnes. Ces lacs toujours situés sur des cols ou sur une plate-forme dans le voisinage immédiat d'un sommet, sont creusés dans des parties de la roche plus tendres que la roche avoisinante. Ils sont souvent compris entre des roches moutonnées (St.-Gòthard) et leur diamètre le plus long est toujours suivant la direction des strates.

M. Grad[56] démontre que, bien loin d'avoir creusé les vallées, les glaciers les ont protégées contre les érosions produites par l'eau et les agents atmosphériques. Leur action se borne à user et à polir les aspérités du sol, mais d'une manière tout à fait superficielle, et souvent même on trouve, entre ces aspérités, des dépressions qui n'ont pas été touchées par eux. On ne peut donc leur attribuer le creusement des lacs de nos pays ou des fiords des régions septentrionales.

Terrains post-glaciaires. *Niveaux des lacs. Terrasses.*

La formation du bassin du lac de Constance date de la fin de l'époque tertiaire. M. Steudel[106] a figuré sur une carte l'étendue de ce lac à cette époque ; il occupait la vallée du Rhin jusqu'en amont de Coire et il était probablement uni au lac de Wallenstadt. A partir de la période glaciaire, sa configuration a été à peu près la même qu'actuellement ; son niveau a baissé à mesure que le Rhin creusait davantage le barrage jurassique de Schaffhouse ; puis il s'est un peu élevé depuis l'époque des palafittes par suite de l'obstruction de l'issue ; les deltas des rivières qui s'y jettent augmentent continuellement et le comblent peu à peu.

Dans ses recherches sur la faune profonde du lac Léman, M. Forel[49] a résumé la topographie de ce lac à l'aide des cartes publiées par de la Bèche, M. Gosset et M. E. Pictet. Après en avoir décrit les principaux traits, il établit la distinction entre le grand et le petit lac ; le premier est formé par une vallée large à fond très plat, bordée de talus rapides et dont la plus grande profondeur (330^{m}) est entre Évian et Ouchy ; le second occupe une vallée beaucoup moins profonde (50^{m}) présentant au milieu une ligne de plus grande profondeur et caractérisée par l'existence d'une série de cuvettes, séparées par des barres transversales, dont la dernière entre Promenthoux et Yvoire forme la limite du grand lac. Le même auteur indique aussi l'origine des cailloux qui se trouvent dans le limon du lac et donne une série d'analyses de ce limon pris dans les lacs de Neuchâtel, Zurich, Constance et Genève, et exécutées par MM. Risler et Walter.

M. Colladon[11] a publié une nouvelle note sur la constitution des terrasses en général et spécialement de

celles du lac Léman. Il existe dans ce lac, à quelque distance du rivage, des terrasses sous-lacustres, appelées *monts*, qui sont le résultat d'un remblai séculaire, produit par l'agitation des vagues. Il donne de nouvelles explications sur la formation des terrasses à l'embouchure des torrents et des rivières et il établit les faits suivants : « 1° La constitution finale, intérieure, de tout delta produit par une rivière torrentielle transportant des matériaux denses et peu limoneux, doit se composer de couches successives notablement inclinées, présentant une certaine homogénéité et une remarquable régularité d'allures. 2° Toutes ces couches inclinées se terminent brusquement à un plan supérieur presque horizontal, qui correspond au niveau même du lac à l'époque de la formation du delta. 3° Le couronnement final du delta, quand son arête de déversement se sera transportée plus en avant dans le lac, sera formé de gros graviers ou de galets disposés par couches à très peu près horizontales. » Ces caractères permettront de reconnaître les deltas sous-lacustres et l'ancien niveau du lac au moment de sa formation. Un des plus remarquables est celui que l'Arve formait dans le lac de Genève, à une époque où ce lac était de 28 à 29^{m} environ plus élevé que maintenant et qui a constitué le plateau des Tranchées à Genève. On y voit admirablement les couches inclinées de sables et de menu gravier qui viennent s'arrêter brusquement à la couche horizontale de gros galets qui forme le couronnement de cette terrasse.

Tourbières. M. MESSIKOMER [86] a publié une note sur la formation des tourbières, il montre qu'un grand nombre d'entre elles sont sur l'emplacement d'anciens lacs, par exemple celles d'Hombrechtikon et de Bubikon dans

le canton de Zurich. On trouve, sous la tourbe, une argile imperméable, la craie lacustre et beaucoup de coquilles d'eau douce. Le Lützelsee et l'Egelsee sont de petits lacs du même genre que ceux qui ont disparu. C'est à l'argile glaciaire qu'est due la formation de la majorité des tourbières de notre pays.

Marmites de géants. On a découvert dernièrement, sur le versant nord des Alpes, plusieurs exemples remarquables des excavations appelées « marmites de géants. » Celles de Lucerne sont les plus connues, mais il en existe aussi près d'Unterbühl dans l'Oberscherlithal, au Längenberg (Berne) et dans le Vorarlberg, dans des endroits où il n'y a aujourd'hui aucune trace de cours d'eaux. On les attribue généralement aux anciens glaciers, en les comparant aux *moulins* des glaciers actuels. M. Desor [22] fait observer que ces excavations n'ont pas été faites pendant le séjour des glaces dans ces localités, mais qu'elles sont dues aux torrents qui en sont sortis après leur retrait et qui se frayaient un passage au milieu des détritus erratiques accumulés sur ces points*.

Faune quaternaire. M. A. Muller [89] a publié une deuxième édition de son mémoire sur les plus anciennes traces de la présence de l'homme en Europe. Il a complété ce travail par les nombreuses découvertes faites surtout en Suisse pendant les dernières années. Il décrit la nature des dépôts diluviens, puis les faunes des âges du mammouth, du renne, de la pierre polie, du bronze et du fer. Il présente un tableau intéressant du dévelop-

* M. Lehmann a signalé ces mêmes excavations en Saxe dans la vallée de la Chemnitz où elles sont complétement indépendantes du terrain glaciaire et de la présence d'anciens glaciers. *Sitzungsber. naturf. Ges.* Leipzig, 1874, 50.

pement de l'humanité dont il fait remonter l'origine à l'époque miocène.

M. RUTIMEYER[102] a réfuté l'opinion de quelques naturalistes qui ont mis en doute le fait que les bâtonnets appointis provenant des lignites de Wetzikon et portant les traces d'un lien qui les entourait fussent des restes d'industrie humaine. Il est intéressant de rapprocher cette belle découverte de M. Rutimeyer de celle qui a été faite par M. CAPELLINI[8] de traces d'incisions sur des ossements de *Balœnotus* trouvés dans le terrain pliocène inférieur du Monte Aperto près de Siène, dans des couches contemporaines du crag d'Anvers. Les figures qui accompagnent la mémoire de M. Capellini montrent que ces incisions sont des traces positives de l'industrie humaine.

MM. CHANTRE et LORTET[9] ont fait un exposé de l'état du bassin du Rhône pendant l'époque quaternaire. Ils montrent que la vaste étendue de lehm qui récouvre les plaines de la France, de Mâcon et de Lyon aux Alpes, est due à l'ancien glacier du Rhône dont la longueur était d'environ 220 kilomètres du Galenstock à Lyon et qui remplissait toutes les dépressions de cette grande région. Ils comparent ce glacier aux vastes glaciers polaires décrits par les voyageurs. La faune quaternaire dont ce bassin renferme les restes était très appropriée au climat dans lequel elle devait vivre et fournit des indications précieuses sur ce que devait être son état à cette époque. Ces auteurs signalent les espèces suivantes: *Ursus spelœus, arctos, Leo spelœus, Hyœna spelœa, Elephas primigenius, antiquus, intermedius, Rhinoceros tichorinus, Jourdani, Equus caballus, Sus scrofa, Bos primigenius, Bison europœus, Antilope saiga, Megaceros hibernicus, Cervus tarandus, Arctomys primigenia, Nyctea nivea.*

M. Merk[84], l'auteur de la découverte de la caverne de Thaingen, a publié la description des ossements et des objets qui ont été trouvés dans ce gisement. Ce beau mémoire est accompagné de nombreuses figures.

Il a été constaté que deux des dessins gravés que l'on croyait trouvés dans la caverne de Thaingen, sont des contrefaçons modernes; les autres dessins, qui ont été soigneusement examinés, paraissent authentiques.

M. Mestorf[87] a publié un résumé des recherches de M. Merk et de M. Rutimeyer sur la caverne de Thaingen. Il y donne la liste des ossements et des objets recueillis et en figure plusieurs.

MM. de Bonstetten, Quiquerez et Uhlmann[6] ont publié une carte archéologique du canton de Berne, semblable à celle que le premier de ces auteurs a déjà exécutée pour le canton de Vaud. Les restes des âges de la pierre, du bronze et du fer, de l'époque romaine et post-romaine y sont indiqués par des signes spéciaux; ce travail est accompagné d'un résumé archéologique et d'une table alphabétique de toutes les localités du canton dans lesquelles des monuments ou des objets ont été découverts, avec la description de ceux-ci. Ces recherches sont dues à M. de Bonstetten pour l'ancien canton, et à M. Quiquerez pour le Jura Bernois. M. Uhlmann s'est occupé spécialement des palafittes. Cette carte montre d'une manière frappante que la plaine et le Jura ont été occupés à une époque très ancienne, tandis que les Alpes n'offrent aucune trace de civilisation anté-romaine.

M. Revon[101] a donné la description des restes de l'industrie humaine antérieurs à l'époque romaine trouvés dans la Haute-Savoie. Parmi les grottes et abris, il décrit la station de l'époque du renne de Veyrier, les autres

grottes du Salève qui présentent une suite chronologique depuis l'époque de la pierre polie jusqu'aux temps historiques, la Pirra Barmira près de Reignier, la pierre d'Angeroux près de La Roche. Il décrit ensuite les monuments mégalithiques dont les plus remarquables sont les dolmens de Reignier, de Cranves, d'Étrembières, de St.-Cergues et quelques menhirs, un grand nombre d'objets de l'époque de la pierre polie, les stations lacustres dont on compte 13 ou 14 entre Hermance et Évian et dont il existe aussi plusieurs dans le lac d'Annecy, les anciennes fonderies et un grand nombre d'objets de l'âge du bronze. Une bibliographie étendue est jointe à ce travail.

De nombreux ossements et défenses de mammouth, une partie importante d'une mâchoire avec des défenses de 5 pieds de longueur et plusieurs molaires ont été trouvées à Brugg dans une tranchée de chemin de fer, dans des sables reposant sur une couche de cailloux roulés *.

Stations lacustres. M. Lee a traduit en anglais les articles sur les stations lacustres publiés à diverses reprises par M. Keller [72] et qui ont été revus par cet auteur.

La carte archéologique du canton de Berne indique 17 stations lacustres sur les bords du lac de Bienne, une près de Port, deux à Moosseedorf. M. Uhlmann [6] en a donné la description et a indiqué tous les restes, ossements et objets qui y ont été recueillis.

M. Burkhard-Ræber [7] a signalé la découverte d'habitations lacustres dans plusieurs tourbières, entre autres dans celles de Heimelachen et du Krähenried près de Kaltenbrunnen (Thurgovie)**.

* Neue Alpenpost 1875, I, 191.

** On a trouvé dans une tourbière à Laibach près de Brunndort en Carinthie, sous une épaisseur de 6 pieds de tourbe, une station lacustre

On a découvert dans le voisinage de la station lacustre d'Auvernier (lac de Neuchâtel) un cimetière de l'époque des palafittes. Les tombes décrites par M. Gross [57] et par M. Desor [21] sont formées de dalles posées de champ et sur lesquelles repose une grosse dalle qui recouvre de la terre, des cailloux et les ossements de 15 à 20 cadavres. Outre la chambre médiane dans laquelle il y avait plusieurs squelettes, il existait une chambre antérieure et une chambre postérieure sur le prolongement de la chambre principale. Les crânes appartiennent au type nommé par M. Rutimeyer type de Sion (mésaticéphale), qui est le vrai type helvétien. Des haches polies en serpentine, de nombreux objets en os et en bronze accompagnaient ces ossements. C'est la première trouvaille qui ait été faite d'un tombeau de cette époque. Elle contribue à prouver, suivant M. Desor, que les populations de cet âge n'appartenaient pas à une race particulière qui serait venue se substituer à celle de l'âge de la pierre, mais qu'elles en descendaient directement. Cette sépulture date de la fin de cet âge, à peu près un millier d'années avant l'ère chrétienne.

M. Steudel [107] s'est occupé de l'origine des haches de pierre trouvées dans les stations lacustres du lac de Constance.

Éboulements. Les récits de l'éboulement du Tauretunum, en 563, signalent deux circonstances principales résultant de cette chute : 1° barrage du Rhône et formation d'un lac temporaire en amont, 2° violente agitation du lac qui détruisit sur ses bords des villes et des villages.

de l'époque de la pierre polie dans laquelle les ossements et les objets d'industrie primitive sont remarquablement conservés. Deschmann, Verh. g. Reichsanst. 1875.

M. DE VALLIÈRE [119] ne croit pas qu'on puisse attribuer cet éboulement à un tremblement de terre, ni que le mouvement subit des eaux du lac soit dû à la rupture du barrage et au déversement du lac temporaire. L'hypothèse que l'éboulement aurait eu lieu aux environs de St-Maurice ne s'accorde pas avec les circonstances qui l'ont accompagné. Il paraît beaucoup plus probable, au contraire, qu'il est parti du Grammont. L'auteur suppose qu'il y a eu un double éboulement, dont l'un, se détachant du sommet de la montagne, aurait abouti dans la vallée du Rhône près des Évouettes, tandis que l'autre serait tombé dans le lac entre le Bouveret et St-Gingolph. Celui-ci aurait même été plus considérable que le premier. Les deux circonstances indiquées seraient ainsi expliquées. Ce n'est qu'une chute directe des rochers dans le lac qui a pu causer le mouvement gigantesque des eaux. Les traces de la chute qui s'est produite dans la vallée du Rhône sont, du reste, nettement reconnaissables aux environs des Évouettes, de Crébelley et de Noville, où elles ont déjà été constatées par plusieurs auteurs.

Des glissements de terrains importants ont eu lieu en septembre 1875 à Horgen, sur le bord du lac de Zurich, sur le tracé du chemin de fer ; la longueur de l'éboulement est de 204^{m}, sa largeur de 48^{m}; la surface totale du terrain est de 6560^{m}. Une commission de géologues et d'ingénieurs, MM. LANG, HEIM [74], etc., en a recherché la cause. Elle est due à un dépôt argileux, situé entre le sol sur lequel sont faits les travaux du chemin de fer, et les couches solides et inclinées de la mollasse.

Un autre glissement s'est produit sur les bords de l'Aar, près du village de Böttstein (Argovie). Un terrain de 170

pas de long s'est mis en mouvement avec une vitesse de 5 à 8 pieds par jour, et ce mouvement s'est prolongé pendant 6 semaines. M. BALTZER [2] a figuré ce glissement et les crevasses qui s'y sont formées; il en attribue la cause à ce que ce terrain repose sur des marnes imperméables.

M. RUTIMEYER [102] a décrit les éboulements survenus dans le massif du Righi et les traces qu'on en retrouve autour de cette montagne.

Érosion. Le même auteur signale aussi l'action de l'eau sur ce massif. Les bancs de la nagelfluh la plus compacte sont usés, creusés, polis, par l'eau; les roches les plus dures, comme les plus tendres, qui constituent la nagelfluh, cèdent à cette action énergique. Une partie des ravins ainsi creusés sont d'époque récente, tandis que d'autres sont certainement antérieurs à l'époque glaciaire.

M. A. FAVRE [34] a exposé quelques faits tendant à prouver que le niveau des Alpes s'est abaissé depuis le dernier soulèvement de cette chaîne, par suite des dénudations et des érosions. Un exemple frappant est fourni par le Perron des Encombres en Maurienne. Cette cime aiguë est formée de quelques bancs calcaires du lias sur lesquels reposent, au col des Encombres, les couches du trias et du terrain houiller ; il y a donc eu là renversement complet des couches, et les bancs calcaires liasiques n'auraient pu subir ce grand contournement, s'ils n'avaient été encaissés dans des roches qui ont aujourd'hui disparu sur les 468^{m} de hauteur qui séparent le col de la cime. Les avalanches et chutes de pierres qui se produisent journellement dans les Alpes contribuent aussi notablement à l'abaissement de cette chaîne, dont une des preuves les plus frappantes est l'immense

quantité de matériaux, entraînés par les cours d'eaux et les glaciers, qui remplissent les bassins du Pô, du Rhône, du Rhin et d'autres fleuves, et qui recouvrent les plaines sous forme de matériaux erratiques.

M. ZIEGLER [125] a consacré un chapitre de son ouvrage sur l'Engadine à l'étude des érosions et de la désagrégation des roches dans ce pays.

Oscillations des glaciers. Les oscillations des glaciers ont été étudiées par M. MALLARD [82]. Elles dépendent de divers éléments météorologiques. Ces éléments peuvent varier à la fois dans un sens qui fasse diminuer les glaciers, quelles que soient d'ailleurs les circonstances particulières à ceux-ci. Mais si la variation des uns tend à faire diminuer les glaciers et celle des autres à les faire augmenter, leur action agissant différemment sur eux suivant leurs caractères spéciaux, il y en aura qui reculeront, tandis que d'autres avanceront. C'est ainsi que l'auteur explique les oscillations inverses de certains glaciers des Alpes. La plupart d'entre eux sont en voie de diminution, tandis que d'autres, moins nombreux, sont en voie d'augmentation; les premiers ont tous des pentes fortes et une extrémité inférieure découverte; les seconds ont une pente faible et leur partie terminale est couverte de débris et entièrement protégée contre la température élevée de l'été. Les phénomènes que présentent ces glaciers montrent qu'actuellement les années successives sont toujours de plus en plus chaudes et en même temps de plus en plus neigeuses. C'est dans des changements de l'état météorologique général du globe qu'il faut chercher la cause de l'ancienne extension des glaciers et en général de leurs oscillations séculaires.

M. GRUNER [58-59], s'appuyant de chiffres nombreux et

d'observations précises, cherche au contraire à démontrer que le phénomène actuel du retrait des glaciers est général, que l'allure en sens inverse des glaces des Alpes est un phénomène plus apparent que réel, provenant de ce que, par suite de leur orientation et de l'étendue de leur bassin d'alimentation, le mouvement de recul s'est produit plus lentement pour les uns que pour les autres et que la persistance des mêmes causes générales finit par produire chez tous des phénomènes identiques d'avancement ou de retrait. La cause actuelle du retrait est l'élévation de la température moyenne dans les Alpes pendant les vingt dernières années, la sécheresse de l'atmosphère et la diminution des chutes d'eau et de neige. M. Gruner s'est servi pour cette étude des observations météorologiques faites à Genève et au Grand St-Bernard et a reconnu que la période de 1861 à 1874, pendant laquelle les glaciers ont beaucoup reculé, a une température moyenne de 0°,92 plus élevée, une chute d'eau moyenne de $0^{m},204$ plus faible et une chute de neige moitié moins forte au St-Bernard, que la période de 1841 à 1860; les différences à Genève sont un peu moins considérables. M. A. Favre [37] a fait des recherches du même genre sur les températures du commencement du siècle et constaté que pendant la période de 10 ans qui a précédé la grande extension des glaciers en 1817, la température des mois de juin, août et septembre, a été très inférieure à la température moyenne de chacun de ces mois de 1808 à 1875, et que 9 de ces 10 années ont eu une température inférieure à la moyenne.

Le même auteur [38] a donné quelques mesures relatives au retrait de la Mer de glace. Un bloc de granit marque le point où le glacier était en 1825. En 1867 il était à

367^m de ce bloc, en 1868 à 470^m, en 1869 à 567^m, en 1870 à 638^m, en 1874 à 1045^m; il s'est donc retiré en moyenne pendant les 7 années de 97^m par an.

Limite des neiges. M. C. Grad [55] a recherché quelle est la limite des neiges persistantes et la lisière des glaces fixes à la surface du globe, des régions polaires jusque sous l'équateur *. Il considère comme limite des neiges la ligne des névés déjà proposée par Hugi et la fixe dans les Alpes aux hauteurs suivantes :

Alpes maritimes et Cottiennes,	3200 à 3300^m
Alpes valaisannes. Versant nord,	2800^m
Id. Versant sud,	3200^m
Alpes glaronnaises,	2600 à 2700^m

NOTES

[1] Bachmann. Geologisches ueber die Umgebung von Thun. Jahrb. Schw. Alp.-Club., 1876, XI, 371; *p. 124, 151.*

[2] Baltzer. Beitræge zur Geognosie der Schweizer Alpen. Neu. Jahrb., 1876, 118; *p. 130.* — Der Erdschlipf von Böttstein. Neu. Alpenpost, 1876, III, 349; *p. 174.*

[3] Baretti. Notice géologique et minéralogique de la vallée d'Aoste. Extr. du Guide de la vallée d'Aoste, par Gorret et Bich, 1876; *p. 121, 127, 136, 163.*

[4] Benecke. Die geologische Stellung des Esinokalkes. Verh. g. Reichsanst., 1876, 308. Ueber die Umgebung von Esino in der Lombardei. Geogn. paleont. Beitr., 1876; II; *p. 142.*

[5] Biedermann. Mastodon angustidens Cuv. Mém. Soc. pal. Suisse, 1876, III; *p. 150.*

* Voyez sur ce sujet la note de Durocher, Ann. de Chimie et de phys., 1847, XIX, 1.

[6] Bonstetten, de, A. Quiquerez et Uhlmann. Carte archéologique du canton de Berne, 1876; *p. 170, 171.*

[7] Burckhard-Raeber. Stations lacustres. Indic. d'antiq. suisses, 1870, 167; 1871, 286; 1876, 654, 683; *p. 171.*

[8] Capellini. L'uomo pliocenico in Toscana. Atti d. R. Acad. dei Lincei, 1876, III; *p. 169.*

[9] Chantre et Lortet. La faune et le climat du bassin du Rhône pendant l'époque quaternaire. Revue scient., 1876, V, 361; *p. 169.*

[10] Choffat, P. Sur les couches à Ammonites acanthicus dans le Jura occidental. Bull. Soc. géol., 1875, III, 761; *p. 148.*

[11] Colladon. Terrasses lacustres du lac Léman et constitution de la terrasse d'alluvion sur laquelle est construite la ville de Genève. Bull. Soc. géol., 1875, III, 661; *p. 166.*

[12] Commission géologique. Feuille XXIV de l'Atlas fédéral, coloriée par MM. Negri, Spreafico et Stoppani; *p. 126.*

[13] Conseil fédéral. Rapports sur l'état des travaux de la ligne du Gothard, 1876; *p. 124.*

[14] Coquand. Note sur les calcaires coralliens à Terebratula Repelliniana de la Basse-Provence et du Languedoc. Complément à cette note. Bull. Soc. géol., 1875, III, 670, 756; *p. 147.*

[15] Daubrée. Expériences sur la schistosité des roches et sur les déformations des fossiles, corrélatives de ce phénomène; conséquences géologiques de ces expériences. Comptes rendus Acad. Sc. 1876, LXXXII; *p. 137.* — [16] Jaspe de St.-Gervais. Bull. Soc. géol., 1875, III, 782; *p. 141.*

[17] De la Harpe, Ph. Sur un gisement de tourbe glaciaire trouvé à Lausanne. Bull. Soc. Vaud., 1876, XIV, 456; *p. 161.*

[18] Delaire, A. Genève et le Mont-Blanc. Le Correspondant, 1876, LVII; *p. 122.*

[19] Desor. Le sondage de Rheinfelden. Bull. Soc. Neuchâtel, 1876, X, 132, 234; *p. 129.* — [20] Tremblements de terre à Neuchâtel. Bull. Soc. Neuchâtel, 1876, X, 342; *p. 130.* — [21] Découverte de sépultures à Auvernier. Bull. Soc. Neuch., 1876, X, 267. Les sépultures des populations lacustres du lac de Neuchâtel. Matér. pour l'hist. de l'homme, 1876, VII, 114; *p. 172.* — [22] Ueber Riesentöpfe und deren Ursprung. Sonntagsblatt des « Bund, » 12 déc. 1874; *p. 168.* — [23] Controverse glaciaire. Archives Bibl. univ., 1876, LVII, 253; *p. 156.*

[24] Didelot et E. Favre. Compte rendu de l'excursion du 2 septembre 1875 au Salève. Bull. Soc. géol., 1875, III, 751; *p. 146.*

[25] Dumortier et Fontannes. Description des ammonites de la

zone à Ammonites tenuilobatus de Crussol (Ardèche) et de quelques autres fossiles jurassiques nouveaux ou peu connus. 1876; *p. 145.*

[26] Ebray. Etude stratigraphique des montagnes situées entre Genève et le Mont-Blanc. Bull. Soc. géol. de France, 1875, III, 601; *p. 123, 130, 146.* — [27] Sur un nouveau gisement de Cancellophycus scoparius dans la Haute-Savoie. Bull. Soc. géol., 1875; *p. 144.* — [28] Stratigraphie du Mont-Salève. Bull. Soc. géol., 1876, IV, 460; *p. 123.* — [29] Stratigraphie de la Pointe d'Orchez. Bull. Soc. géol., 1877, V, 39; *p. 123.*

[30] Falsan. Sur la carte des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône. Bull. Soc. géol., 1875, III, 740; *p. 161.* — [31] Considérations stratigraphiques sur la présence de fossiles miocènes et pliocènes au milieu des alluvions glaciaires et du terrain erratique des environs de Lyon. Bull. Soc. géol., 1875, III, 727; *p. 157, 164.*

[32] Favre, Alph. Comptes rendus des excursions de la Société géologique, aux environs de St-Gervais, de St-Gervais à Chamonix par le Prarion, à la Mer de Glace, au Brévent, de Chamonix à Martigny. Bull. Soc. géol., 1875, III, 778, 790, etc.; *p. 122.* — [33] Sur les terrains des environs de Genève. Bull. Soc. géol., 1875, III, 656; *p. 159.* — [34] Réponse à M. Leymerie au sujet de l'abaissement par érosions de la chaîne des Alpes. Bull. Soc. géol., 1875, III, 721; *p. 174.* — [35] Sur la carte des anciens glaciers et du terrain glaciaire de la Suisse. Bull. Soc. géol., 1875, III, 715; *p. 158.* — [36] Notice sur la conservation des blocs erratiques et sur les anciens glaciers du revers septentrional des Alpes Suisses. Archives Bibl. univ., 1876, LVII, 181; *p. 158.* — [37] Causes des oscillations des glaciers. Archives 1876, LVII, 26. Actes Soc. helv. Bâle, 1876; *p. 176.* — [38] Retrait de la Mer de Glace. Archives, 1876, LVI, 291; *p. 176.*

[39] Favre, E. Note sur la structure géologique des Voirons. Bull. Soc. géol., 1875, III, 690; *p. 146.* — [40] Sur les terrains jurassiques supérieurs des Alpes de la Suisse occidentale, 1875, III, 695; *p. 146.* — [41] Quelques remarques sur l'origine de l'alluvion ancienne. Archives Bibl. univ., 1877, LVIII, 18 ; *p. 160.* — [42] Description des fossiles du terrain oxfordien des Alpes fribourgeoises. Mém. Soc. pal. suisse, 1876, III; *p. 144.* — [43] Voyez *Didelot.*

[44] Ferri, Gio. Luigi Lavizzari. Actes Soc. helv. Andermatt, 1875, 209; *p. 121.*

[45] Fischer, L. C. von Fischer-Ooster. Actes Soc. helv. Andermatt, 1875, 228; *p. 121.*

[46] Fontannes. Le vallon de la Fully et les sables à buccins des environs d'Heyrieu, 1875. Extr. Bull. Soc. géol., 1876, IV, 224; *p. 158.* — [47] Sur les Ammonites de la zone à Amm. tenuilobatus de Crussol (Ardèche). Bull. Soc. géol., 1877, V, 33; *p. 145, 147.* — [48] Voyez *Dumortier.*

[49] Forel, F.-A. Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman. 2e sér. Bull. Soc. Vaud. 1876, XIV, 97; *p. 166.*

[50] Frank. Ueber die Pfahlbau-Station bei Schussenried. Wurt. nat. Jahresh., 1876, 55.

[51] Fuchs. Die Umgebung von Meran. Neu. Jahrb., 1875, 812; *p. 163.*

[52] Gastaldi. Spaccato geologico lungo le valli superiori del Po e della Varaita. Bull. com. geol. d'Italia, 1876, 104; *p. 135.*

[53] Goll, H. Les Mofettes de Schuols-Tarasp dans l'Engadine inférieure. Bull. Soc. Vaud. 1876, XIV, 91; *p. 128.*

[54] Grad. Le massif des Vosges et les restes de ses anciens glaciers. Ann. Club alp. franç., 1874, I, 308; *p. 164.* — [55] Limite des neiges persistantes. Alpenpost, 1876, IV, 381, 402; *p. 177.* — [56] Érosion glaciaire. Alpenpost, 1876, III, 256; *p. 165.*

[57] Gross. Les tombes lacustres à Auvernier. Indic. d'antiq. suisses, 1876, 663. Matér. pour l'hist. de l'homme, 1876, VII, 181; *p. 172.*

[58] Gruner. Observations sur la note de M. Mallard relativement aux oscillations séculaires des glaciers. Bull. Soc. géol., 1875, IV, 73. — [59] Sur les causes qui ont amené le retrait des glaciers dans les Alpes. Comptes rendus Acad. Sc., 1876, LXXXII, 632. Extr. Archives, 1876, LVI, 291; *p. 175.*

[60] Gumbel. Geognostische Mittheilungen aus den Alpen, III. Aus der Umgegend von Trient. Sitzungsber. Akad. Wiss. Munchen, 1876, VI, 51; *p. 141.*

[61] Heim. Voyez *Lang.*

[62] Hessenberg, Fr. Ueber Binnit von Imfeld im Binnenthal. Neu. Jahrb., 1875, 646; *p. 127.*

[63] Henry, J. L'infralias dans la Franche-Comté. Mém. Soc. Emul. Doubs, 1875, X, 285; *p. 142.*

[64] Hirsch. Note sur les observations de température faites dans le tunnel du Gothard. Bull. Soc. Neuch., 1876, X, 316; *p. 133.*

[65] Hoernes, R. Petrefacte des obersten Jura von Monte Lavarelle bei St-Cassian in Sud-Tirol. Verhandl. geol. Reichsanst., 1876, 129; *p. 146.* — [66] Neocomfundorte in der Gegend von Ampezzo

und Enneberg in Sudtyrol. Verhandl. geol. Reichsanst., 1876, 140; *p. 150.*

[67] Jaccard. Un nouveau projet d'alimentation d'eau à la Chaux-de-Fonds. Bull. Soc. Neuchâtel, 1875, X; *p. 127.* — [68] Présence d'un dépôt glaciaire avec blocs alpins sur le versant septentrional du Pouillerel. Bull. Soc. Neuch., 1875, X, 264; *p. 161.*

[69] Jannettaz. Note : 1° Sur l'analyse minéralogique de quelques roches de la Haute-Savoie et sur leurs propriétés thermiques; 2° sur les applications des propriétés thermiques à la cristallographie. Bull. Soc. géol., 1875, IV, 116; *p. 128.*

[70] Kaufmann. F.-J. Fünf neue Jurassier. Jahrb. Schw. Alp.-Club, 1876, XI, 45; *p. 125.* [71] Eröffnungsrede bei der 58n Jahresversammlung der Schweiz. Nat. Ges. in Andermatt. Actes Soc. helv., 1875, 1; *p. 138.*

[72] Keller. The Lake-Dwellings of Switzerland and other parts of Europe, trad. par J. E. Lee. Pfahlbauten-Berichte. Mittheil. antiq. Ges. Zurich, 1, 1856, IX; 2, 1859, XII; 3, 1860, XIII; 4, 5, 1861-63, XIV; 6, 1866, XV; *p. 171.*

[73] Klein, C. Quelques minéraux du St-Gothard et du Valais. Neu. Jahrb., 1875, 851; *p. 127.*

[74] Lang, Heim, etc. Bericht und Expertengutachten ueber die im Februar und September 1875 in Horgen vorgekommenen Rutschungen, 1876; *p. 173.*

[75] Lepsius. Ueber den bunten Sandstein in den Vogesen, seine Zusammensetzung und Lagerung. Zeitschr. d. geol. Gesch., 1875, XXVII, 83. Neu. Jahrb., 1876, 754; *p. 132.*

[76] Loriol, P. de. Description des Echinides tertiaires de la Suisse. Mém. Soc. paléont. suisse, 1875, II, 1876, III, *p. 150.* — [77] Monographie paléontologique des couches de la zone à Ammonites tenuilobatus (Badener Schichten) de Baden, en Argovie. Mém. Soc. pal. suisse, 1876, III, *p. 149.*

[78] Lortet. Voyez *Chantre.*

[79] Lory. Sur la structure géologique de la vallée de Chamonix. Bull. Soc. géol., 1875, 783 ; *p. 138.* — [80] Sur les variations minéralogiques des schistes cristallins dans les Alpes occidentales. Bull. Soc. géol., 1875, 794; *p. 134.* — [81] Compte rendu des observations faites sur les alluvions anciennes et les dépôts glaciaires du Bois de la Bâtie. Bull. Soc. géol., 1875, III, 723; *p. 160.*

[82] Mallard. Des oscillations séculaires des glaciers et des variations qu'elles accusent dans les éléments météorologiques du globe. Bull. Soc. géol., 1875, IV, 69. Réponse à M. Gruner. Ibid., 82; *p. 175.*

[83] Mayer, C. La vérité sur la mer glaciale au pied des Alpes. Bull. Soc. géol., 1876, IV, 199; *p. 154.*

[84] Merk. Der Höhlenfund im Kesslerloch bei Thayngen (Kanton Schaffhausen). Mitth. antiq. Ges. Zurich, 1875, XIX; *p. 170*

[85] Messikomer. Das fossile Brennmaterial und der Tiefbau in der Ostschweiz. Neu. Alpenpost, 1876, III, 132; *p. 129.* — [86] Torfmoore, Alpenpost, 1876, IV, 289; *p. 167.*

[87] Mestorf. La caverne ossifère, dite Kesslerloch, à Thayngen près Schaffhouse. Matér. pour l'hist. de l'homme, 1876, VII, 97; *p. 170.*

[88] Michel-Lévy. Note sur les roches porphyriques des environs du lac de Lugano. Bull. Soc. géol., 1875, IV, 111; *p. 127.*

[89] Muller, A. Die æltesten Spuren des Menschen in Europa. 2. Aufl. Oeffentl. Vortræge, I, 3, 1876; *p. 168.*

[90] Omboni, G. Delle antiche morene vicine ad Arco nel Trentino. Atti R. Ist. veneto, 1876, II. Di due antichi ghiacciaj che hanno lasciato le loro tracce nei Setti Comuni. Ibid.; *p. 163.*

[91] Otz. Bloc erratique du Mont d'Amin. Bull. Soc. Neuchâtel, 1876, X; *p. 162.*

[92] Paglia. I terreni glaciali delle valli alpine confluenti ed adiacenti al bacino del Garda. Atti. R. Istit. ven. 1875, I; *p. 163.*

[93] Pellat. Jaspe de St-Gervais. Bull. Soc. géol., 1875, III, 782; *p. 141.*

[94] Pfaff. Mont-Blanc-Studien. Ein Beitrag zur mechanischen Geologie der Alpen. Zeitschr. der geol. Ges., 1876, XXVIII, 1; *p. 140.*

[95] Pillet, L. Note sur la constitution géologique de la colline de Lémenc. Bull. Soc. géol., 1875, III, 687; *p. 146.*

[96] Platz. Ueber die Bildung des Schwarzwaldes und der Vogesen. Zeitschr. d. geol. Ges., 1876, XXVIII, 111. Extr. Neu. Jahrb. 1876, 754; *p. 132.*

[97] Posepny, F. Ueber die geologischen Aufschlüsse an der Saline zu Bex in der Schweiz. Verhandl. g. Reichsanst., 1876, 102. Traduction par M. de Tribolet. Archives Bibl. Univ., 1876, LVII, 77; *p. 143.*

[98] Quiquerez, A. Voyez *Bonstetten.*

[99] Renevier. Sur les terrains de la Perte-du-Rhône. Bull. Soc. géol., 1875, III, 704; *p. 149.* — [100] Relations du Pliocène et du Glaciaire aux environs de Côme. Bull. Soc. géol., 1876, IV, 187; *p. 155.*

[101] Revon. La Haute-Savoie avant les Romains. Rev. Savois., 1875, XVI, 1876, XVII; *p. 170.*

[102] RUTIMEYER. Der Rigi, Berg, Thal und See. Naturgeschichtliche Darstellung der Landschaft, 1877; *p. 125*, *133*, *152*, *162*, *174*. L'homme à Wetzikon. Archives Bibl. Univers., 1876, LVII, 21; *p. 169*.

[103] SANDBERGER. La Forêt-Noire. Archives Bibl. Univ., 1876, LVII, 18; *p. 133*.

[104] SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE. Compte rendu de la session extraordinaire à Genève et à Chamonix. Bull. Soc. géol., 1875, III, 649.

[105] SORDELLI. Nuove osservazioni sulla fauna fossile di Cassina Rizzardi. Atti Soc. Ital., 1876, XVIII, 437; *p. 153*.

[106] STEUDEL. Welche wahrscheinliche Ausdehnung hatte der Bodensee in der vorgeschichtlichen Zeit? Wann ungefähr gestalteten sich seine jetzigen Ufer? *p. 166*. — [107] Ueber das Material der Steinwaffen aus den Bodensee-Pfahlbauten. Wurt. nat. Jahresh., 1876, 73; *p. 173*.

[108] STUDER, B. Structure stratifiée du gneiss. Bull. Soc. géol., 1875, III, 788; *p. 139*. — [109] Tremblements de terre. Bull. Soc. Neuchâtel, 1876, X, 372; *p. 130*.

[110] TARDY. Un ancien glacier des environs de Genève. Bull. Soc. géol., 1876, IV, 181. — [111] Les glaciers pliocènes. Bull. Soc. géol., 1876, IV, 285; *p. 164*.

[112] TOMBECK. Gisement de l'Amm. bimammatus. Bull. Soc. géol., 1875, III, 702; *p. 145*.

[113] TRIBOLET, M. DE. Notice sur les tremblements de terre ressentis dans le canton de Neuchâtel en 1876. Bull. Soc. Neuch., 1876, X, 358; *p. 113*. — [114] Sur le véritable horizon stratigraphique de l'Astartien dans le Jura. Mém. Soc. Emul. Doubs, 1875, X, 233; *p. 148*. — [115] Description de quelques espèces de crustacés décapodes du Valanginien, Néocomien et Urgonien de la Haute-Marne, du Jura et des Alpes. Bull. Soc. Neuchâtel, 1876; *p. 149*. [116] Sur les terrains jurassiques supérieurs de la Haute-Marne comparés à ceux du Jura suisse et français. Bull. Soc. géol., 1876, IV, 259; *p. 148*.

[117] UHLMANN. Voyez *Bonstetten*.

[118] VACEK. Ein neuer Fundort von Gault-Petrefacten in Vorarlberg. Verhandl. geol. Reichsanst., 1876, 127; *p. 150*.

[119] VALLIÈRE, E. DE. Quelques mots sur la chute du Tauretunum. Bull. Soc. Vaud., 1876, XIV, 431; *p. 173*.

[120] VÉZIAN. Le Jura. Ann. du club alpin français, 1875, II, 605; *p. 126*. — [121] Note géologique à propos d'un débris de roche al-

pine rencontré sur le Mont-Poupet. Club alp. franç. Bull. 3, 1876, *p. 161.* — [122] La période glaciaire falunienne. Rev. Scient., 1876, VI, 171; *p. 153.*

[123] VIOLLET-LE-DUC. Le massif du Mont-Blanc. Etude, etc. Carte à l'échelle de $^1/_{40000}$ 1876; *p. 122, 164.* — [124] Les lacs supérieurs. Ann. Club alp. franç., 1874, I, 277; *p. 165.*

[125] ZIEGLER. Ueber das Verhältniss der Topographie zur Geologie. Text zur topographischen Karte vom Engadin und Bernina, 1876; *p. 175.*

DE LA

VARIABILITÉ DE L'ESPÈCE

A PROPOS DE QUELQUES POISSONS

PAR LE

Dr V. FATIO

Bien des auteurs, dans ces dernières années, ont successivement démontré l'influence du milieu sur les organismes et signalé, sur divers points, la variabilité de l'espèce.

La *lutte pour l'existence* et la *sélection naturelle*, en particulier, ne font plus l'objet d'un doute pour beaucoup de zoologistes.

Un changement dans telle ou telle condition d'existence amène presque toujours une modification parallèle dans tel ou tel organe dont le mode d'action est plus ou moins affecté, et cette première traduction des influences externes entraîne nécessairement après elle des troubles correspondants dans plusieurs autres parties caractéristiques de l'espèce.

Darwin, dans son ouvrage sur l'*Origine des espèces*, appelle *variations corrélatives* cette sorte de réaction d'une partie modifiée sur d'autres parties correspondantes, et démontre suffisamment, par de nombreux exemples, que les changements survenus chez un individu peuvent se reproduire et se multiplier avec l'hérédité. Haeckel dis-

tingue des influences directes ou immédiates, agissant sur l'individu, et des influences indirectes ou médiates, ne devenant sensibles que par l'hérédité. Ce dernier auteur, sous le titre de *lois d'adaptation*, consacre même à ce sujet tout un chapitre de son *Histoire de la Création*.

Plusieurs naturalistes ont étudié déjà et décrit plus ou moins la série des transformations qui, sous l'influence de la variabilité des conditions d'existence, ont peu à peu modifié, soit les allures, soit les formes de certains animaux et de certaines plantes, jusqu'à rendre souvent méconnaissables les traits de parenté qui devaient unir des individus à première vue complétement différents.

Le point particulier sur lequel je désire attirer ici l'attention ne trouvera donc pas son interprétation dans un ordre d'idées entièrement nouveau. Toutefois, chaque nouvelle pierre ajoutée à l'édifice d'une opinion ne pouvant manquer d'avoir son utilité, je crois devoir profiter de quelques-unes de mes observations les plus récentes, pour exposer succinctement quelques réflexions qui se sont peu à peu groupées dans mon esprit, depuis que j'étudie les Vertébrés de la Suisse et leur variabilité, dans différentes conditions.

Un zoologiste consciencieux ne peut plus établir aussi facilement qu'autrefois des espèces nouvelles. Beaucoup de traits sensément distinctifs tombent ou perdent plus ou moins de leur importance devant une étude approfondie des modifications possibles. Chaque caractère demande une sérieuse discussion ; il faut chercher, sinon les limites de la variabilité, du moins les points qui, dans tel ensemble de conditions appréciables, paraissent les plus solides.

C'est, en effet, à l'étroitesse du cadre attribué à l'espèce,

dans les anciennes définitions, et à la multiplication, souvent irréfléchie, de types spécifiques sensément différents que l'on doit, en grande partie, la confusion qui règne maintenant, soit dans certaines parties de la classification, soit dans l'esprit de bien des gens qui cherchent, en sens divers, le fondement de la vérité.

L'espèce est très-difficile à définir ou à délimiter, car un groupe d'individus semblables entre eux, tout comme un individu quelconque, attribué à telle ou telle espèce, paraît n'être plus, de fait, que *l'expression actuelle, dans certaines conditions données, d'une forme prise sur tel ou tel degré de l'échelle animale,* ou sur tel ou tel rameau d'un arbre généalogique [1].

Qu'il appartienne à un seul arbre primitif ou à l'un des descendants de celui-ci, dans la forêt des êtres, le bour-

[1] Le sujet que je veux uniquement traiter ici est trop restreint pour que j'aie à me lancer maintenant dans des hypothèses sur la dérivation des types originaires. La science en général et la paléontologie en particulier ne peuvent point encore nous offrir une solution définitive sur ce point. Je n'ai donc pas à m'occuper, pour le moment, de savoir s'il y a eu plusieurs échelles animales ou si une échelle unique a été composée d'abord d'un seul échelon. En d'autres termes : je ne puis décider si l'arbre généalogique des êtres a été planté avec toutes ses plus petites branches, comme le voulait Agassiz, ou si une cellule primordiale, en guise de graine, a, dans l'origine, donné naissance à un arbre généalogique qui, d'abord plante aquatique, aurait petit à petit étendu ses rameaux sur la terre ferme et poussé en grandissant toutes les branches qui, sur le globe, constituent de nos jours l'ensemble des êtres connus et inconnus, ainsi que le voudraient quelques disciples de Darwin, Rolle, Haeckel et d'autres. Peu m'importe, en effet, dans la constatation de la variabilité d'une espèce actuelle, d'admettre la préexistence de une ou de plusieurs graines, de ne voir qu'un seul arbre grandissant toujours, ou de croire peut-être encore à l'existence de toute une forêt d'arbres généalogiques nés des graines d'une seule plante, mais de germes tombés successivement dans des conditions différentes.

geon, espèce ou variété, qui termine un rameau, doit posséder toujours la force de se plier plus ou moins aux exigences d'un milieu variable et de pouvoir produire ainsi de nouvelles ramifications plus ou moins importantes, douées elles-mêmes, à leur tour, d'une variabilité et d'une vitalité plus ou moins grandes.

La plupart des auteurs qui veulent absolument donner une définition de l'espèce, invoquent généralement, comme preuve de stabilité, la difficulté des croisements entre espèces différentes et la stérilité relative des bâtards de celles-ci, ainsi que la facilité avec laquelle multiplient, par contre, ensemble les races dérivées sous nos yeux d'une souche unique. Toutefois, ces difficultés, souvent exagérées, semblent résulter bien souvent de ce que l'on veut unir, pour en profiter, des êtres doués de qualités utiles trop opposées. On est, dans les deux cas, à une distance très-différente de la forme mère ; il faudrait, comme l'a déjà fait remarquer Besnard, pouvoir faire son choix, ou retourner plus en arrière dans les ramifications de l'arbre généalogique. C'est probablement pour une raison analogue que ce sont d'ordinaire les types inférieurs qui offrent le plus de modifications et de combinaisons possibles. Une plus longue durée des influences, en changeant plus profondément les êtres, diminue évidemment l'attraction, pour ainsi dire sentimentale, qu'une similitude d'apparence doit nécessairement favoriser, et rend, en même temps, une combinaison parfaite de l'organisme des deux individus choisis moins facile à s'opérer d'une manière assez complète pour devenir productive.

Il est impossible de ne pas voir en présence deux lois générales opposées qui luttent constamment l'une contre l'autre et qui, suivant qu'elles sont appelées par les cir-

constances à prédominer l'une sur l'autre, maintiennent l'espèce dans un cadre relativement immuable ou poussent, au contraire, celle-ci vers une constante variabilité. *Il semble exister une loi de ressemblance héréditaire qui tend toujours à rappeler au type spécifique, et une loi de variabilité par adaptation destinée, au contraire, à modifier chaque organisme, dans le but de l'approprier à de nouvelles conditions d'existence.*

Les différences et les variations des milieux étant incontestables, il est irrationnel de vouloir prouver la stabilité de l'espèce en fermant les yeux sur tout un côté de la question, pour ne plus produire que les cas dans lesquels la première des lois a remporté la victoire, soit immédiatement, soit par retour ou atavisme. *Dans l'étude de la variabilité de l'espèce, pour être impartial, il faut, je pense, commencer par reconnaître pleinement l'importance de la première des deux lois opposées et admettre franchement, dès l'abord, comme une sorte de frein préimposé aux modifications futures.*

Tout en attribuant une grande variabilité à l'espèce, on ne doit cependant pas, je crois, refuser des noms propres à toutes les formes plus ou moins différentes des êtres, dans diverses classes. L'histoire naturelle et la classification ont besoin de ces désignations distinctives qui deviennent comme autant de têtes de chapitres et de cadres pour les observations. Il y a même, de nos jours, bon nombre de naturalistes distingués qui ne voient aucun inconvénient à compliquer la nomenclature binaire par la création d'un nom spécial pour chaque variété. L'accumulation des noms n'est, en effet, pas dangereuse, si l'on prend soin de signaler toujours les relations ou les affinités qui relient deux formes nominativement séparées.

On a dit que ce sont les genres les plus riches qui fournissent la plus grande somme d'exemples de variations par adaptation ; cette observation serait mieux traduite, je pense, par la remarque très-simple que ce sont les plus grands genres qui renferment le plus de fausses espèces établies sur des variétés locales.

J'ai souvent été frappé de trouver, dans plusieurs grands genres, une espèce à la fois beaucoup plus répandue et beaucoup plus sujette à varier que les autres, même dans un espace très-restreint. La Grenouille rousse, dans le genre *Rana*, et le Crapaud commun, dans le genre *Bufo*, parmi les Batraciens, ainsi que la Truite, dans le genre *Salmo*, et le Gardon, dans le genre *Leuciscus*, parmi les Poissons, peuvent, entre autres, nous fournir de frappants exemples de cas de cette nature.

De semblables espèces, sortes de rameaux prédominants, doivent être considérées comme les mères ou les souches de plusieurs soi-disant autres espèces plus ou moins déviées, en divers sens et dans différents pays ; elles sont le type et comme le centre d'un groupe naturel de formes qui toutes les rappellent à des degrés divers.

Bien qu'appelée à varier, plus ou moins et avec le temps, dans certaines contrées où, en se répandant, elle a rencontré de nouvelles exigences, l'espèce peut cependant demeurer relativement fixe ou varier comparativement peu, dans une même localité ou dans des milieux analogues, tant que les conditions ne viennent pas à se modifier suffisamment. C'est ce qui a pu faire dire, jusqu'à un certain point avec raison, à l'illustre Cuvier : *L'expérience paraît montrer, au contraire, que, dans l'état actuel du globe, les variétés sont renfermées dans des limites assez étroites; et, aussi loin que nous pouvons re-*

monter dans l'antiquité, nous voyons que ces limites étaient les mêmes qu'aujourd'hui.

J'ai déjà plusieurs fois reconnu et signalé, chez certaines espèces très-répandues, dans les diverses classes de nos vertébrés, des divergences naissantes dans telle ou telle partie de l'animal. Ces variantes, de plus en plus accusées, jusqu'à l'adaptation, par la persistance des influences et l'hérédité, constituent ce que j'appelle des *tendances*, soit l'origine de nouvelles bifurcations sur une branche généalogique. Déjà sensibles souvent chez certains individus, dans un champ d'observation très-limité, elles se multiplient toujours plus, dans d'autres pays, avec l'augmentation des premières petites dissemblances de condition, et poussent ainsi vers des *maxima temporaires* qui, en divers lieux, ont reçu des noms spécifiques différents.

Les origines de ces divergences peuvent être, suivant les cas, attribuées à une persistance des caractères du jeune âge, ou à la prédominance des traits distinctifs de l'un ou l'autre des sexes, ou à la reproduction par hérédité d'une anomalie quasi-accidentelle, ou encore, par le fait de la lutte pour l'existence, à de nouvelles exigences des conditions de vie. J'ai signalé, en particulier, dans le numéro de septembre 1876 des Archives de la Bibliothèque universelle, la coexistence, dans les eaux du Léman, de trois tendances bien distinctes dans les formes du Gardon (*Leuciscus rutilus*). Chacune de ces trois variétés, élevée, allongée ou épaisse, accuse déjà, avec une première modification dans les formes générales, des déviations corrélatives plus ou moins accentuées dans plusieurs de ses caractères.

Sans sortir du cadre, pourtant si restreint, de notre

faune ichthyologique, je pourrais citer encore plusieurs cas de variétés d'une même espèce vivant ainsi presque côte à côte, bien que maintenues distinctes par des exigences de milieu souvent mal interprétées. Qu'il me suffise, à cet égard, de rappeler l'exemple de notre Truite d'eau douce qui, suivant qu'elle est plus ou moins confinée dans de petites rivières ou dans les eaux plus profondes de nos lacs, présente un facies assez différent pour avoir passé jusqu'à nos jours pour deux espèces entièrement différentes, aux yeux de presque tous les ichthyologistes. On sait que la grandeur du bassin et la richesse relative de l'alimentation influent beaucoup sur les dimensions de l'animal. La petite Truite, dite de ruisseaux, que la plupart des zoologistes distinguent encore sous le nom de *Salar Ausonii*, grâce à ses petites dimensions, à ses formes trapues, à la brièveté de son museau, aux dimensions comparativement plus fortes de son œil et à quelques particularités de la dentition, n'est, en effet, pour moi, qu'une forme de la grande Truite de nos lacs qu'on l'appelle, suivant les circonstances, *Trutta lacustris*, *Tr. Schiffermulleri*, *Fario Marsiglii* ou *Salmo Lemanus*. La plupart des caractères préposés à la distinction sont ceux du Poisson dans le bas âge. Dans une petite rivière, la Truite, qui ne peut pas grandir faute de place, arrive à un âge avancé, en conservant plus ou moins les caractères de l'enfance. Il serait bien plus surprenant de rencontrer des Truites de 30 livres dans quelques pouces d'eau. Du reste, j'ai remarqué déjà plusieurs fois que les Poissons, la Perche (*Perca fluviatilis*) et le Chevaine (*Squalius cephalus*) entre autres, qui habitent les eaux froides et pauvres de quelques-uns de nos petits lacs élevés dans

les Alpes, conservent d'ordinaire aussi, avec une taille plus petite, plusieurs des traits caractéristiques du bas âge.

Beaucoup de naturalistes, méconnaissant les affinités naturelles qui rapprochent des espèces voisines, bien que séparées peut-être de nos jours par des limites géographiques assez importantes, ont été jusqu'à nier complétement la production des races, chez les êtres à l'état libre. Faivre entre autres, à l'imitation de Godron, avoue sans hésitation que les variations et les races sont très-rares. chez les animaux et les plantes à l'état sauvage. Cet auteur me paraît, en particulier, se mettre, en contradiction flagrante avec l'observation directe, quand il dit, par exemple : *Les races formées dans ces conditions sont exceptionnelles, à ce point que plusieurs naturalistes n'hésitent pas à en révoquer en doute l'existence.*

Wallace, dans une opinion toute contraire, a publié, en 1858, un mémoire fort intéressant sur *la tendance des variétés à s'écarter indéfiniment du type primitif.* Trautschold également, en 1861, tirait d'observations analogues une conclusion un peu différente ; selon ce dernier : *Les variétés qui unissent deux espèces ont aussi la puissance de se modifier dans plus de deux sens ; mais, le résultat obtenu par les changements opérés dans une troisième direction ne doit plus être considéré comme simple variété, il doit prendre rang comme espèce nouvelle.* Le premier exagère peut-être, tandis que le second peut sembler vouloir un peu trop préciser ; toutefois, il n'en ressort pas moins du dire de ces deux auteurs que, pour eux comme pour moi et tant d'autres, la variabilité paraît de plus en plus évidente.

Une variété dûment constatée peut être considérée, suivant le point de vue auquel on se place, *tantôt comme*

lien entre deux soi-disant espèces reconnues, tantôt comme tendance à la création d'une forme nouvelle.

La question d'une limite à la variabilité de l'espèce paraît difficile à trancher; toutefois, l'on peut remarquer qu'il faut, pour la perpétuation et l'augmentation constante d'une déviation sur un point, l'établissement graduel d'un certain équilibre nécessaire dans les variations corrélatives. Une modification rapide d'un organe qui, par le fait d'incompatibilités internes ou de contrariétés externes, n'est pas assez promptement suivie par des changements correspondants dans d'autres parties de l'organisme, entraînera presque toujours après elle ou un arrêt dans les transformations sur cette voie ou l'extinction de la nouvelle forme déviée, qu'on la considère comme espèce, comme variété ou simplement comme rameau mal venu sur une branche généalogique.

Un grand nombre d'observations tendent à prouver toujours plus que, dans la lutte pour l'existence, la sélection naturelle donne toujours la victoire aux mieux organisés et que la raison du plus fort est toujours la meilleure. Sollicitée en divers sens, une espèce donnera naissance à plusieurs rejetons plus ou moins différents, et ceux-là seuls persisteront longtemps qui seront suffisamment forts pour se plier, *sans excès et d'une manière équilibrée*, aux diverses exigences de conditions différentes.

Il y a donc une limite, dans un certain sens, mais cette limite, provenant d'une rupture d'équilibre et souvent accidentelle, est plus ou moins reculée pour les diverses variétés, et chacune de celles-ci, en s'écartant de plus en plus du type, risque toujours de rencontrer des revers dans telle ou telle partie de son organisation, sur une fausse direction.

Une barrière naturelle, même très-étroite, suffit parfois à établir des différences, au premier abord assez frappantes, entre deux formes voisines. Si, dans l'examen d'un grand nombre d'individus pris dans les deux conditions, on peut saisir encore les degrés transitoires qui expliquent la série des transformations, on ne devra, je crois, considérer, jusqu'à nouvel ordre, ces deux formes, encore divergentes ou déjà parallèles, que comme races locales d'une même espèce ; si, par contre, il manque constamment un ou quelques degrés importants à l'échelle des comparaisons on pourra regarder comme espèces différentes, jusqu'à preuve du contraire, ces deux formes opposées.

Ces deux premiers cas se sont souvent présentés à moi dans l'étude comparée de nos Poissons dans les lacs suisses au nord et au sud des Alpes. Mais, il est un troisième cas dont je tiens à dire ici quelques mots ; c'est celui, rare du reste, où l'on trouve tout à coup et comme par hasard, parmi un très-grand nombre d'individus de deux provenances et assez constamment différents pour paraître appartenir à deux espèces, un individu qui, dans l'une des formes géographiquement séparées, rappelle à s'y méprendre tous les caractères de l'autre forme, et trahit ainsi l'hérédité ou l'identité d'origine.

Je citerai, comme curieux exemple de ce dernier cas, la trouvaille que j'ai faite, dans le lac de Lugano, d'une Ablette (*Alburnus*) qui, au sud des Alpes, rappelle parfaitement la forme propre à notre représentant du genre au nord de cette chaîne. On sait, en effet, que jusqu'ici tous les ichthyologistes ont reconnu l'Ablette du Tessin et de l'Italie comme complétement et spécifiquement différente de celle qui habite les eaux dont la source est au

nord des Alpes. Or, le sujet en question, trouvé parmi des centaines d'*Alburnus Alborella* semblables entre eux, présente, tant au point de vue de la taille et de la livrée qu'à l'égard des diverses formes et proportions, presque tous les caractères sensément distinctifs de notre *Alburnus lucidus.* Jamais pareille Ablette n'a été signalée jusqu'ici dans les eaux italiennes, et il me serait fort difficile d'expliquer sous quelle influence ce retour a pu se produire. Toutefois, en face de ce rappel à la consanguinité, je ne puis faire autrement que de considérer maintenant les *Alburnus lucidus* et *Alb. Alborella,* au premier abord très-distincts, comme deux races, l'une septentrionale l'autre méridionale, d'une seule et même espèce. Bien qu'il semble que l'on dusse remonter bien loin en arrière, pour trouver l'époque où ces deux prétendues espèces ont vécu sous la même forme, dans des conditions identiques, il n'en paraît pas moins que l'on a affaire ici avec *un cas d'atavisme complet, bien qu'à très-longue échéance.*

Les partisans de la variabilité de l'espèce se sont beaucoup appuyés sur l'étude des variations chez les animaux domestiques. Les déformations survenues accidentellement, ou par sélection artificielle, sont, en effet, relativement faciles à constater sur des sujets forcément soumis à notre observation ; mais, l'apparition, chez des êtres libres, de modifications amenées par la sélection naturelle, soit par des influences indépendantes de la volonté de l'homme, étant toujours plus difficile à saisir, il semble que l'étude, dans des conditions naturelles, d'une divergence quelle qu'elle soit, dans un organe quelconque, doit avoir aussi son intérêt et sa valeur.

Restreignons-nous maintenant à l'étude des modifica-

tions apportées par les circonstances dans les organes de préhension, et tâchons de suivre, autant que possible, quelque-unes des compensations corrélatives nécessairement amenées dans d'autres parties de l'organisme. Réduisons même notre champ d'observation à l'examen de ces organes chez quelques Poissons, ainsi que je l'ai annoncé dans le titre de cette petite notice.

Pour atteindre à un même but, la nature doit parfois employer, selon les cas, des moyens très-différents ; toutefois, même avec des moyens identiques, il arrive souvent que, dans des circonstances diverses, les modifications corrélatives ne s'opèrent pas de même, soit chez différents sujets d'une espèce, soit dans les diverses parties d'un seul individu.

Les organes de préhension, si variés dans le règne animal, étant, dans le cas de nos Poissons, représentés par la bouche seulement, on comprendra facilement l'influence que peuvent avoir peu à peu sur la disposition et les proportions de ladite fente buccale d'abord, puis sur toute l'organisation de l'individu, les modifications amenées, dans les allures et la gymnastique de l'animal, par le mode de préhension forcément différent auquel celui-ci doit se plier, pour se procurer sa nourriture dans telle ou telle condition ou position, au-dessus ou au-dessous de lui, à la surface ou au fond de l'eau par exemple.

Un simple coup d'œil jeté sur quelques Poissons de mer suffirait amplement à nous faire voir bien des aspects divers des pièces buccales appropriées à tel ou tel mode de préhension ; il n'y aurait qu'à considérer un instant les formes comparées du corps ou des membres et des mâchoires, dans les genres *Xiphias*, *Histiophorus*, *Centriscus*

ou *Belone,* par exemple. Mais, dans des conditions plus semblables à celles de notre pays, les espèces d'eaux douces pourraient aussi nous montrer des formes variées de la bouche adaptées à différents usages. Comme j'aurai à revenir sur ces dernières, je me bornerai à rappeler en passant le cas du *Toxotes jaculator* qui vient prendre sa proie à la surface et souvent même provoquer la chute des insectes dont il se nourrit, en projetant une goutte d'eau contre ceux qui sont posés au-dessus du liquide. Ce Poisson a, dans ce but, la mâchoire inférieure passablement proéminente et retroussée, et, avec cela, les nageoires assez reculées pour permettre à la tête entière de l'animal de se maintenir facilement soulevée dans l'air. Si je voulais sortir de la classe qui doit nous occuper tout spécialement, je pourrais rappeler encore que les Oiseaux condamnés à chercher, sans nager, leur nourriture au fond de l'eau ont, à la fois, les pattes, le cou et le bec forcément allongés; tandis que chez ceux, qui, comme la Bécasse par exemple, sont appelés à fouiller au-dessous d'eux, non plus au fond de l'eau mais sur la terre ferme seulement, les pattes ne suivent naturellement plus le bec dans la nécessité d'allongement. Il serait aisé, enfin, d'offrir aussi d'autres exemples déjà signalés chez les Mammifères, dans certaines races de bétail en particulier ; mais, ne sortons pas des limites que nous nous sommes imposées.

Je tiens seulement à constater que *les lois générales d'adaptation qui ont présidé à la formation des types, continuent à exercer toujours leur influence sur tous les individus, dans diverses conditions*[1].

[1] L'Histoire de notre globe, péniblement reconstruite par la géologie et la paléontologie, paraît donner toujours plus raison, sur ce point, à la zoologie et la physiologie. Après nous avoir fait suivre, dans les

Au reste, je crois que, dans semblable étude, il ne faut pas chercher trop loin ses points de comparaison, car, avec son but et son organisation, chaque type paraît avoir aussi ses tendances propres à la variabilité, soit comme une direction prédominante pour les modifications possibles, dans un certain milieu. En d'autres termes : *chaque espèce, ou chaque groupe de formes voisines, m'a paru, dans notre pays et dans certaines conditions, varier de préférence sur tel ou tel point donné.* Ces parties plus facilement influençables constituent pour l'espèce à la fois le point faible, au point de vue de la classification, et le point fort, eu égard à la facilité d'adaptation, la force de résistence et la puissance d'extension.

Il est évident que, suivant la nature des exigences persistantes du milieu, ce sera tantôt l'un tantôt l'autre des organes de relation qui sera le premier appelé à se modifier; mais il n'en est pas moins vrai que : *dans chaque espèce l'on trouve toujours, dans un milieu donné, un caractère particulier qui est plus sujet à varier ou plus prompt*

formes des êtres, toute une série de modifications successives correspondant aux diverses époques géologiques et aux différentes exigences des milieux de celles-ci, la paléontologie nous a montré, en effet, comment, à la suite d'un changement de couche et de conditions d'existence, beaucoup de formes ont disparu souvent, tandis que quelques-unes seulement continuaient à exister. Par le fait d'une transformation peut-être trop rapide dans les conditions de vie, celles-la seulement ont pu subsister qui étaient assez bien préparées ou modifiées pour pouvoir supporter une rupture d'équilibre fatale à beaucoup d'autres. Bien que l'on ne puisse pas toujours comprendre aussi facilement l'apparition subite, dans une nouvelle couche, d'une faune entièrement différente, je ne doute pas cependant, avec quelques auteurs, que l'on n'arrive aussi, en perçant peu à peu l'obscurité qui enveloppe forcément l'étude de la variabilité d'êtres dès longtemps perdus, à expliquer ces changements, en apparence, brusques et complets sans recourir à la nécessité d'une nouvelle intervention créatrice.

à se modifier. La détermination exacte du caractère qui, le premier modifié, a réagi sur les autres a toujours paru à Darwin excessivement difficile ; et cependant, *c'est de l'étude de la prépondérance variable des différents caractères que dépend, en grande partie, l'établissement plus ou moins rationnel des genres et des espèces.*

Les grandes fonctions de la vie, la nutrition et la reproduction, président naturellement à ce choix des parties plus ou moins influençables. Selon que c'est la conservation de l'individu ou la perpétuation de l'espèce qui est mise en question par les changements du milieu, c'est évidemment aussi parmi les organes extérieurs qui servent l'une ou l'autre que sera choisi le caractère modifiable le plus propre à conduire à bien l'adaptation. Le degré de complaisance ou, au contraire, les exigences de ces deux fonctions essentielles, laissent plus ou moins de latitude à tel ou tel organe qui les met plus directement en rapport avec le monde extérieur.

Bien que ne considérant la question que par l'un de ses côtés, et nous attachant plus particulièrement à l'examen de certaines parties avant tout utiles à la conservation de l'individu, nous ne pouvons encore ici méconnaître comme *un frein imposé aux modifications trop rapides de tel organe par les exigences de tel autre ; soit, comme une lutte nouvelle en vue d'un équilibre plus ou moins stable, jusqu'à l'adaptation parfaite.*

Comme je l'ai dit : il faut que tout l'organisme d'un individu puisse se prêter aux changements plus ou moins brusques nécessités, dans les modifications d'allures ou d'habitudes, par l'apparition d'une nouvelle exigence, et suivre d'une manière équilibrée les transformations opérées dans l'organe de relation le premier appelé à varier.

Si nous choisissons, comme exemple de lutte entre organes externes et internes, chez quelques Poissons, d'un côté l'œil ou la bouche, comme traduisant les appétits, de l'autre la vessie aérienne, comme soumise avant tout aux conditions de pression ou de température du milieu, nous trouverons bientôt plusieurs cas curieux de ruptures d'équilibre tant accidentels que normaux, et nuisibles tantôt à l'individu, tantôt à l'espèce.

On sait entre autres que, chez la Perche (*Perca fluviatilis*) brusquement arrachée par le filet aux profondeurs de nos lacs, la vessie, trop rapidement transportée d'une pression considérable dans une pression beaucoup moindre, se distend brusquement d'une manière extraordinaire et amène un cas morbide, en se projetant dans la gueule et chassant même parfois au dehors une partie des organes digestifs. On sait également que le Brochet (*Esox lucius*), entraîné trop rapidement par sa voracité des couches profondes vers les couches superficielles de l'eau à la poursuite d'une proie, se trouve forcément retenu à la surface par un développement exagéré de la vessie natatoire, et périt souvent à la suite de cet accident, cette fois tout volontaire.

Dans ces deux cas, un changement trop rapide des conditions a amené une rupture dans l'équilibre de l'organisme et entraîne souvent la mort de l'individu. Les fibres élastiques de la vessie aérienne trop brusquement distendues ne peuvent plus reprendre leur empire et exercer une compression suffisante, ce qui ne serait pas arrivé à la suite de transitions plus lentes ou plus graduelles.

Mais le but principal de la vessie à air n'est pas, semble-t-il, de condamner l'espèce à un habitat invariable;

le rôle de cet organe est plutôt, en pressant contre l'échine, de maintenir l'individu dans une position normale propre à sa conservation. D'autres exemples vont nous faire comprendre l'importance de ce rôle, au point de vue de la conservation de la race déviée, et l'action comparée, soit de certains organes de relation sur la vessie agent à la fois modérateur et d'équilibre, soit de cette dernière sur la position de l'individu et par là sur quelques-unes des formes extérieures de ce dernier.

Tout le monde connaît la Dorade, soit le Cyprin doré (*Carassius auratus*) qui affecte normalement des formes oblongues voisines de celles de la Carpe, mais auquel les Chinois ont su donner les tournures les plus bizarres. En profitant habilement des moindres déformations accidentelles, et en sollicitant et exagérant des tendances monstrueuses, par la soumission à des conditions anomales, les adroits habitants du Céleste empire ont réussi, en effet, à fabriquer des Dorades à nageoires doubles ou triples, à corps quasi-sphérique et à yeux démesurément saillants ou portés souvent sur un pédicule plus ou moins long[1].

M. Carbonnier, à Paris, a déjà fait observer que l'équilibre est assez instable chez les variétés quasi-globuleuses de la Dorade et, qu'arrivés à un certain âge, bien des jeunes de cette forme doivent périr, pour être forcément maintenus dans une position qui ne leur permet guère de se nourrir, quelques-uns la tête en haut, beaucoup la tête en bas.

J'ai eu, il y a deux ans, l'occasion de voir dans les aquariums de ce savant observateur plusieurs Dorades

[1] On croit que c'est en ne faisant parvenir la lumière au Poisson que par un point que l'on peut obtenir cette dernière variété qui a reçu le nom de *Poisson télescope*.

globuleuses adultes à yeux plus ou moins saillants, chez lesquelles les dispositions très-différentes de la bouche attirèrent tout particulièrement mon attention. Deux d'entre elles me parurent surtout intéressantes.

L'une, avec une forme sphérique et une échine relativement courte, présentait un museau très-retroussé et une bouche fortement oblique; elle ne pouvait presque plus prendre sa nourriture qu'au-dessus d'elle ou à la surface de l'eau. L'autre, globuleuse aussi et à bouche également très-oblique, mais avec une échine plus courte encore, se tenait entièrement renversée sur le dos, son large ventre en haut. Cette dernière avait, paraît-il, commencé par être comme la première, puis, à un moment donné, la vessie aérienne de plus en plus refoulée par la pression de la colonne vertébrale, et le centre de gravité déplacé, l'animal avait été complétement retourné.

Il paraît que la Dorade renversée, lorsqu'on lui offrait la pâture après un jeûne prolongé, pouvait, en se démenant beaucoup, prendre encore de la nourriture et que, sous l'influence de ce contre-poids temporaire dans le tube digestif, elle pouvait se maintenir, un certain temps et à force d'efforts, dans une position quasi-normale, mais pour se laisser de nouveau et bientôt après retourner sens dessus dessous par la vessie.

Par suite d'une position forcément anomale, la tête puis l'échine avaient été graduellement déformées, jusqu'au moment où, l'équilibre étant rompu et les nageoires ne pouvant plus lutter suffisamment, la vessie était intervenue pour mettre un terme forcé aux premières modifications extérieures.

J'observe depuis quelque temps, dans un des aquariums de M. E. Covelle à Genève, un cas pathologique as-

sez curieux et jusqu'à un certain point parallèle à celui de la Dorade, sur un Rotengle adulte (*Scardinius erythrophthalmus*). Ce poisson se tient, depuis tantôt trois mois, au fond de l'aquarium toujours couché sur le flanc droit. La vessie aérienne, qui ne peut plus presser contre l'échine, forme maintenant un renflement très-apparent sur le flanc gauche. A la suite d'une paralysie survenue, après une chute, dans les muscles dorsaux antérieurs du côté droit ont apparu peu à peu, d'abord une atrophie croissante desdits muscles latéraux droits, puis une déviation graduelle de la colonne vertébrale. A l'heure qu'il est, la paralysie est arrivée au niveau des ventrales et la portion caudale du corps se recourbe petit à petit contre le dos. Avec cela, ce poisson peut encore, en se démenant beaucoup, comme la Dorade retournée, prendre et digérer la nourriture que l'on met de temps à autre à sa portée. Bien qu'assez maigre, il paraît, à l'exception de sa paralysie, en très-bonne santé ; ses mouvements respiratoires, quoique un peu précipités, sont relativement normaux et la pectorale libre, durant ce repos forcé, se remue cependant presque continuellement, comme pour éventer les branchies ou brasser le liquide dans le voisinage de ces organes. La coloration du corps et des nageoires est parfaitement belle et ne semble indiquer jusqu'ici aucun appauvrissement.

Tandis que la vessie, qui presse contre le flanc gauche, maintient couché l'animal, par le fait de plus en plus tordu, les yeux se trouvent soumis à des conditions différentes et d'un usage très-inégal. L'œil droit, appuyé contre le fond, reste dans sa position normale et verticale à l'axe de la tête; mais l'œil gauche, ainsi condamné à regarder toujours en haut, se tourne de plus en plus, pour

voir autour de lui et autant que possible suivant l'horizontale. Il n'y a pas trois mois que ce poisson est dans cette position, et cependant, de plus en plus soulevé du côté du front, le globe oculaire a déjà fait plus d'un huitième de tour, soit un angle d'au moins 45 degrés sur sa position normale. Sans vouloir faire à cet égard un rapprochement par trop forcé, on ne peut cependant se défendre de penser, dans ce cas, aux Poissons Pleuronectes qui reposent d'ordinaire sur le flanc et chez lesquels, comme on le sait, les deux yeux, d'abord symétriquement disposés viennent, peu à peu se réunir, durant le développement, sur un même côté de l'animal.

Enfin, l'on peut tirer encore de l'étude du cas pathologique de ce poisson, une preuve nouvelle du fait, déjà plusieurs fois constaté, *que la volonté n'est jamais libre, ou qu'une déformation, même accidentelle et si petite soit elle, semble toujours multipliée, dans le sens de la variabilité, par une volonté irréfléchie.* En effet, si, après s'être démené en tous sens pour prendre sa nourriture, le Rotengle retombe par hasard sur le flanc gauche, la pression désagréable que le fond exerce contre la vessie déplacée et l'instabilité que lui donne la convexité de son corps sur ce côté poussent invariablement le poisson à quitter cette position qui tendrait cependant à ramener l'équilibre dans son organisme, et à faire bientôt efforts sur efforts, jusqu'à ce qu'il soit parvenu à se remettre sur le flanc droit, dans la position qui pousse toujours plus vers la déformation.

Conduit par de semblables données, soit sur l'effet des déformations de la bouche, de la tête et du corps sur la vessie ou inversément sur l'influence de celle-ci sur les formes extérieures, soit sur l'action probable des différen-

ces de pression et de température sur le gaz renfermé dans le corps du poisson, j'ai fait, dernièrement et à deux reprises, avec M. Covelle, dans l'un des aquariums de ce dernier, une expérience qui, les deux fois, m'a donné des résultats à peu près identiques.

Nous avons graduellement réchauffé toute la masse de l'eau du récipient, pour voir l'effet de la température sur la position relative de divers Poissons, les uns dépourvus de vessie aérienne, les autres pourvus de vessie close ou de vessie en communication avec l'extérieur. L'expérience a porté sur des Chabots (*Cottus gobio*), des Perches (*Perca fluviatilis*), des Tanches (*Tinca vulgaris*), des Goujons (*Gobio fluviatilis*), des Spirlins (*Alburnus bipunctatus*) et des Vérons (*Phoxinus lævis*). La première fois nous avons porté graduellement la température de l'eau, en deux heures, de 10 à 28 degrés centigrades, la seconde fois, en une heure et demie, de $9^1/_2$ à 27 degrés centigrades.

Jamais les Chabots dépourvus de vessie n'ont cessé de reposer sur le gravier du fond; mais, après 6 à 8 degrés d'élévation de température, les Perches, avec leur vessie close, s'écartaient déjà un peu du fond où elles s'étaient tenues d'abord presque immobiles. Au premier moment, le réchauffement de l'eau avait amené une grande agitation, mais, le premier instant de surprise passé, le calme s'était rétabli et l'on pouvait voir alors tous les poissons, à l'exception du Chabot, lutter avec les nageoires pour ne pas être entraînés vers la surface. Sitôt que les organes du mouvement reposaient, l'animal montait plus ou moins vite comme un ballon, sans paraître cependant extérieurement le moins du monde gonflé ou déformé. Les Cyprinides, munis d'une vessie en communication

avec l'extérieur, montaient et descendaient alternativement, et il m'a semblé que les jeunes luttaient plus difficilement que les adultes [1]. Des Tanches et un Goujon adultes paraissaient en particulier beaucoup moins influencés que de petites Tanchettes qui étaient toujours forcément refoulées vers la surface. A 22 degrés nos Perches (de 7 à 10 centimètres) se tenaient à mi-hauteur dans l'aquarium; à 25 ou 26 degrés elles arrivaient volontiers très-près de la surface; enfin, la tête, moins soulevée, était souvent chez elles tournée plus ou moins vers le bas. A 27 ou 28 degrés l'agitation redevenait générale, plusieurs poissons menaçaient de périr et nous arrêtions l'observation, faute de pouvoir suivre l'action de la température sur des êtres pour ainsi dire affolés.

Dans la première expérience, l'introduction au sein du liquide d'un vase de plante aquatique ramena très-vite le calme chez les Poissons agités par une suffocation croissante. La seconde fois, nous eûmes moins de malades, pour avoir laissé une plante dans l'eau durant toute l'expérience.

Bien que le Poisson puisse évidemment, surtout celui dont la vessie n'est pas close, réagir plus ou moins contre des différences de pression ou de température lentement croissantes, il n'en est pas moins fort probable que des diversités importantes dans la pression, et des changements brusques ou profonds de température, doivent influer beaucoup sur les allures de l'individu, dans des con-

[1] Cela semblerait indiquer que la capacité et l'importance de la vessie aérienne sont plus grandes dans l'enfance que dans l'état adulte ; car l'on sait que, chez quelques Poissons, le canal de communication avec l'extérieur s'oblitère plutôt avec l'âge, et j'ai toujours remarqué que les nageoires sont relativement plus grandes chez les jeunes que chez les vieux.

ditions différentes et en diverses saisons, et par là plus ou moins sur les formes et les apparences extérieures de celui-ci[1].

Je dirai, en passant, que nous avons eu l'occasion de constater, dans ces deux espériences et d'une manière très-frappante, que tous les Poissons chauffés vers la fin de janvier, alors qu'ils étaient pâles en couleurs, prirent assez rapidement, avec l'élèvement de la température, un coloris beaucoup plus éclatant, assez analogue à la livrée de noces. Les Chabots, d'abord blanchâtres en dessous, devinrent presque noirs sous la gorge et le ventre, les Perches et les Tanches acquirent des reflets métalliques très-brillants, les Spirlins prirent une belle bande violette au haut des flancs, les Vérons enfin présentèrent déjà par places, sur les faces inférieures, la coloration rouge propre surtout à l'époque des amours. Remis après l'expérience dans une eau à 9 ou 10 degrés, ces Poissons, un moment brillamment colorés, perdirent assez vite tout leur éclat temporaire.

En revenant maintenant à l'étude de nos Poissons dans des conditions normales ou de liberté, je ferai observer d'abord que les espèces des familles à régime mélangé, soit omnivores et à vessie en communication avec l'extérieur, m'ont toujours paru plus sujettes à varier, quant à la forme des organes buccaux ou de préhension, que les Poissons à régime exclusivement animal ou végétal confinés avec eux dans les mêmes conditions. Ailleurs, dans

[1] Il serait intéressant de chercher, par une étude approfondie de toutes les allures du Poisson en diverses circonstances et dans différentes saisons, pourquoi quelquefois telle espèce porte une vessie natatoire plus ou moins développée, tandis que telle autre, dans le même genre, est au contraire privée de cet organe.

un autre milieu, ce pourront être ces derniers qui varieront au contraire le plus sur ce point; ou bien ce sera telle autre partie qui sera appelée à se modifier la première. Une règle établie sur de pareils principes, pour une famille, souffrira toujours forcément des exceptions apparentes dans un autre groupe.

Nous remarquerons entre autres bien vite que: *le plan des modifications de la fente buccale varie, chez les Poissons, dans des ordres divers, bien que dans des conditions semblables, selon le genre de gymnastique que peuvent permettre d'autres organes, les nageoires ou la vessie par exemple.* L'Éperlan, qui prend sa nourriture surtout audessus de lui ou à la surface des eaux, aura le museau retroussé et la bouche très-oblique; tandis que les Squales, qui chassent aussi le plus souvent à la surface, auront au contraire, pour la plupart, la bouche tout à fait inférieure. Mais, pour ces deux cas, c'est dans l'intervention prépondérante d'autres organes qu'il faut chercher l'explication des différences de modifications. Le premier de ces Poissons peut difficilement, avec l'organisation de ses nageoires, lutter contre l'influence de la vessie aérienne qui tend à la retenir dans la position horizontale; les seconds, dépourvus de vessie, peuvent par contre, non-seulement maintenir facilement une partie de leur tête hors de l'eau et la gueule ouverte au ras de la surface, mais encore se tourner, ou se tordre en divers sens, grâce à la disposition de leurs organes de locomotion et au développement inégal des lobes de leur caudale. Je pourrais choisir, plus près de nous, des exemples pour ainsi dire parallèles, parmi les Poissons qui se tiennent, par contre, et chassent de préférence au fond de l'eau. Suivant que ceux-ci sont appelés à prendre le plus souvent leur nour-

riture au-dessus, en face ou au-dessous d'eux, et selon que les développements différents de la vessie ou des nageoires permettent telle ou telle position dans l'acte de préhension, on verra d'ordinaire, chez eux, avec une situation un peu différente de l'œil, une disposition plus ou moins oblique de la fente buccale, alors supérieure, horizontale ou inférieure. Que l'on compare, entre autres, à ces divers points de vue, notre Gobie, le Chabot et nos Barbeaux.

Il ne serait pas difficile de multiplier ces exemples, jusque dans différentes classes; mais, je veux plutôt me restreindre encore, pour comparer maintenant des Poissons de formes plus semblables entre elles, et proposer ici un parallèle entre divers Cyprinides menant chacun des genres de vie différents, et les diverses formes d'une même espèce, suivant que celle-ci est soumise à telle ou telle condition d'existence. Je choisis dans ce but une famille dont tous les membres sont également pourvus d'une vessie natatoire en communication avec l'extérieur, et qui, par conséquent, doivent pouvoir passer plus facilement d'une pression dans une autre.

Si je compare, entre autres, nos divers représentants des genres *Alburnus, Scardinius, Leuciscus, Abramis, Chondrostoma, Tinca, Carpio et Barbus,* je vois d'abord qu'à une station habituelle plus ou moins voisine de la surface ou du fond des eaux correspond d'ordinaire une disposition plus ou moins oblique de la fente buccale, parfois presque supérieure, d'autres fois complétement inférieure. Ensuite, je remarque qu'avec un régime un peu différent, nécessitant le plus souvent la préhension des aliments au-dessus, en face ou au-dessous de soi, la forme de la bouche varie aussi plus ou moins chez les Poissons qui se tiennent le plus souvent entre ces deux

extrêmes ou entre deux eaux. Enfin, comme corrolaires de ces premières modifications dépendant de l'habitat, je rappellerai l'apparition graduelle, sur les côtés de la bouche, chez nos Cyprinides de fond, d'organes tactiles, soit de barbillons plus ou moins développés. N'oublions pas que, malgré sa constante communication avec l'extérieur, la vessie aérienne, un peu variable dans la position et les proportions, peut encore ici influer, jusqu'à un certain point, sur les formes générales du Poisson et son mode de gymnastique, en pressant plus ou moins contre telle ou telle partie de l'individu. Sous l'influence des agents qui amènent les transformations de la bouche, l'on voit aussi apparaître d'autres modifications corrélatives dans diverses parties de l'animal : dans la plus ou moins grande déclivité de la tête, entre autres, dans les formes plus ou moins convexes ou déprimées du dos et du ventre, dans la compression variable des faces latérales, dans la situation et les proportions de l'œil par rapport au front, enfin, dans la position relative et le développement de certaitaines nageoires.

Ces tendances diverses à l'adaptation pourront être, je le répète, très-différentes dans d'autres familles, chez lesquelles l'équilibre de l'organisme repose sur d'autres bases; ou bien, elles seront accompagnées de nouvelles modifications portant sur d'autres parties, sur la nature des téguments par exemple.

Notre Barbeau, qui cherche surtout sa nourriture au-dessous de lui, sur le fond ou dans la vase, a la bouche ouverte en dessous et pourvue de barbillons, l'œil relativement petit et la base de l'anale plutôt courte; l'Ablette qui, à l'inverse de celui-ci, happe le plus souvent sa proie à la surface ou au-dessus d'elle, a au contraire

la bouche oblique, ouverte plus ou moins en dessus et dépourvue de barbillons, avec un œil grand et une anale à base relativement allongée. Le Rotengle et le Gardon, qui cherchent leur nourriture le plus ordinairement entre deux eaux, bien qu'avec une bouche oblique chez le premier et quasi-horizontale chez le second, et tous deux sans barbillons, ont cependant des nageoires anale et dorsale à peu près de même importance et un corps d'ordinaire un peu plus élevé que les espèces signalées ci-dessus, dans des situations extrêmes. Une certaine ressemblance dans les formes générales (variables du reste dans des milieux différents pour chacune de ces espèces) peut tenir à une similitude d'habitat, dans un milieu moyen ; mais l'examen de la meule et des dents pharyngiennes trahit une préférence marquée pour des aliments de natures différentes et, par le fait, des modes de préhension probablement aussi un peu différents. La Carpe et la Brême se reconnaissent de prime abord aux grandes extensions basilaires comparées de la dorsale chez la première et de l'anale chez la seconde. La Carpe, qui se tient plus constamment près du fond que la Brême, porte des barbillons qui manquent à cette dernière; celle-ci aura, par contre, les deux lobes de la caudale assez constamment inégaux.

Le Chondrostome (Nase) et la Tanche, qui à divers points de vue font exception parmi nos Cyprinides, nous montrent, encore ici, de nouvelles modifications dans les organes qui se rattachent au mode d'alimentation. Appelé à prendre le plus souvent sa nourriture au-dessous de lui, le Nase a, comme notre Barbeau, la bouche franchement inférieure et l'anale relativement courte; mais, soumis à un régime presque exclusivement végétal

et habitué à brouter, pour ainsi dire, plutôt qu'à fouiller le fond, il n'a que faire de barbillons, ses lèvres sont, au lieu de cela, garnies d'un étui corné et tranchant. Quoique se tenant volontiers sur le fond, la Tanche, plus omnivore que la Carpe et le Barbeau et appelée par conséquent à prendre sa nourriture dans des positions plus variées, montre en même temps une bouche plutôt oblique et un petit barbillon latéral ; mais, les nageoires inférieures sont chez elle un peu plus puissantes, et l'œil, pour regarder en divers sens, possède une mobilité et une facilité de projection qui ne se retrouve chez aucun autre de nos Cyprinides.

Il faudrait un très-grand nombre d'observations comparées pour déterminer à quel degré de dépendance est soumis chacun de ces organes et lequel est, dans différentes circonstances, appelé à varier le premier.

On pourrait, je crois, pousser beaucoup plus loin cette étude comparée que je ne fais que signaler en passant. L'examen attentif des diverses dentitions m'a, entre autres, montré souvent un rapport intime et bien naturel entre les formes différentes des dents ou de la meule qui trahissent la nature prédominante du régime alimentaire et telle ou telle modification des charpentes internes ou externes, en vue d'une gymnastique particulière dans l'acte de la préhension.

Notre Ablette (*Alburnus lucidus*) étant avant tout insectivore, la station habituelle de ce poisson et les moyens qu'il devra mettre en usage, pour se procurer telle ou telle proie de prédilection, devront varier, semble-t-il, avec les différentes conditions et circonstances, et influer par là plus ou moins sur les formes de la bouche, seul organe de préhension. J'ai remarqué, à ce propos, que les

Ablettes qui habitent chez nous certaines rivières présentent, en majorité, des formes plus élevées ou plus comprimées du corps, un museau moins retroussé et, par le fait, une bouche moins oblique que la plupart de celles qui vivent plus habituellement dans plusieurs de nos lacs. Or, on peut voir très-souvent, dans nos lacs transparents, le Léman par exemple, ces gracieux petits Cyprins venir chasser en bandes nombreuses et happer de droite et de gauche, à la surface des eaux, les petits insectes de diverses sortes que les vents ou les contre-temps y abattent journellement; tandis que l'on remarque moins souvent ces poissons au ras de la surface dans les eaux mobiles, moins transparentes, moins profondes et plus froides de plusieurs de nos courants, dans le Rhin par exemple. On se défend difficilement de faire un rapprochement naturel de ces gracieux petits Poissons avec les agiles Hirondelles qui, ainsi que les Ablettes, viennent si souvent chercher les petits insectes jusque au ras du sol ou sur le miroir même de nos lacs. Il est permis de se demander si des influences météorologiques, jusqu'à un certain point analogues à celles qui poussent tour à tour les Hirondelles vers la terre et la surface des eaux ou à de grandes hauteurs dans les airs, ne peuvent pas aussi, dans des milieux différents, offrir, suivant les circonstances, aux Ablettes leur nourriture de prédilection à la surface ou à un niveau plus bas dans les eaux.

Selon que la bouche, pour s'adapter aux circonstances les plus habituelles dans un milieu donné, devient plus ou moins oblique, le dos ou le ventre se dépriment ou se relèvent au contraire, en même temps que le corps s'allonge ou se ramasse.

La ligne théorique dite de Haeckel, qui passe par l'ex-

trémité de la bouche et le centre de la caudale, traduit à première vue ces déviations opposées, par le fait qu'elle passe plus ou moins haut par rapport au centre de l'œil et le sommet du dos. L'emploi de cette ligne peut être tout aussi précieux, pour montrer le degré de certaines déformations chez les Poissons, que l'usage des deux lignes qui déterminent l'angle facial chez d'autres animaux; il est grand dommage seulement que Haeckel et plusieurs ichthyologistes, à l'imitation de celui-ci, aient attribué trop souvent aux données de ce mode de mensuration une valeur spécifique.

On comprend aisément qu'une influence modificatrice, semblable à celle dont je viens de parler, si minime soit-elle, mais agissant sur l'individu dès le bas âge, puisse, avec le temps et en se multipliant par la reproduction, affecter assez profondément une espèce, dans certaines conditions.

L'action des agents déformateurs précités me paraît assez constante et régulière; toutefois, comme toute autre règle, celle-ci peut, je le dis encore, présenter des exceptions apparentes qu'une étude consciencieuse des circonstances et des conditions du milieu particulières à chaque localité pourra seule suffisamment expliquer.

Il est toujours malaisé de déterminer qu'elle est l'influence prépondérante et, par le fait, dans quelle direction se feront d'abord les premières modifications. Je comprends facilement l'erreur de Blanchard qui s'est laissé aller à distinguer spécifiquement, sous le nom d'*Alburnus Mirandella*, notre Ablette effilée du Léman de celles plus élevées des rivières de la France. Toutefois, je ne m'explique pas jusqu'ici aussi aisément la raison des proportions relativement plus élevées de l'Ablette que

Haeckel avait primitivement et à tort distinguée sous le nom d'*Alburnus lacustris,* dans les Neusiedler et Plattensee, ne connaissant pas assez la nature et l'importance relative des conditions de milieu propres à ces deux lacs.

En effet, les agents modificateurs et conservateurs opposés peuvent être de natures très-diverses. Il faut comprendre, dans les influences du milieu ou dans le mot de conditions locales, pour nos Poissons, la profondeur du vase, le degré de pression, la transparence ou la lumière possible, la température ambiante, la nature et l'origine des eaux, la composition du fond, les faunes animales et végétales de la région, le climat ou les circonstances météorologiques les plus habituelles dans la localité, enfin, tant d'autres circonstances souvent difficiles à apprécier.

Je pourrais rappeler ici le cas du *Leuciscus rutilus* du Brunigersee dont j'ai parlé dans le n° de septembre 1876, des *Archives de la Bibl. universelle,* et qui, par suite du retrait des eaux de ce petit bassin sur un fond presque entièrement rocheux, fut forcé de venir chercher à la surface les débris végétaux et animaux que les vents y apportaient. J'ai dit que le corps de ce poisson était peu à peu devenu plus effilé, avec une livrée très-pâle, et que la bouche avait pris une disposition plus oblique.

Si j'ai tant appuyé sur ce côté de la variabilité chez nos Poissons, et en particulier chez nos Ablettes, c'est que des cas analogues, parfois mal interprétés, se présentent aussi fréquemment dans d'autres genres et ont très-souvent servi à l'établissement de nombreuses fausses espèces.

De tout ce qui précède, il semble que l'on puisse tirer : d'un côté de nouvelles preuves à l'appui de la variabilité

constante de l'espèce, dans un concours de circonstances favorables, de l'autre l'indication de certaines limites imposées aux modifications possibles dans une direction donnée, sous l'influence d'une condition particulière par trop prédominante. En d'autres termes : il paraît qu'à défaut d'un temps suffisant ou d'un équilibre relatif dans les diverses influences du milieu, la série des modifications corrélatives ne peut s'opérer d'une manière durable, et que l'on voit, de temps à autre, apparaître comme une rupture, ou un rappel à l'ordre parfois fatal.

Si un organe est trop rapidement modifié par une influence particulière prépondérante pour que le reste de l'organisme puisse le suivre continuellement d'une manière équilibrée, il arrive fréquemment, ou que la progression de la variabilité doit s'arrêter sur cette première direction, ou que la variété en formation doit elle-même s'éteindre dans ces nouvelles conditions.

La nature, heureusement, n'est pas aussi brusque que l'homme dans ses exigences, elle a eu et a encore bien du temps pour travailler.

JEAN-CHRISTIAN POGGENDORFF

Une longue et bien utile carrière scientifique vient d'arriver à son terme: Jean-Christian Poggendorff est mort à Berlin le 24 janvier dernier à l'âge de 80 ans. Peu de noms étaient aussi connus, aussi populaires que le sien et à si juste titre parmi ceux qui de près ou de loin s'intéressent aux études physiques. Aussi, désirons-nous réserver une place spéciale dans notre recueil au souvenir de cet homme excellent et nous associer aux regrets unanimes que la nouvelle de sa mort a provoqués partout chez les nombreux amis qu'il possédait en tous pays.

J.-C. Poggendorff naquit à Hambourg le 29 décembre 1796. Il perdit ses parents lorsqu'il était encore très-jeune; il dut donc trouver en lui seul les ressources nécessaires pour se créer une position, et l'énergie ne lui fit jamais défaut pour cela. Ses goûts pour la chimie se firent jour de bonne heure et il entra à l'âge de 16 ans dans une pharmacie, dans laquelle il demeura pendant 8 années, travaillant activement à développer ses connaissances scientifiques. En 1820 il fut immatriculé dans cette université de Berlin, dont il devait être plus tard une des illustrations. Une fois établi dans ce grand centre intellectuel, son activité scientifique prit tout son essor et il fut bientôt uni par de précieux liens d'amitié qui ne se relâchèrent pas, à Mitscherlich, à A. de Humboldt, aux Rose et

à d'autres savants éminents. En 1834 il fut reçu docteur en philosophie par l'université de Berlin à laquelle il devint, cette même année-là, professeur extraordinaire, place qu'il a occupée jusqu'à la fin de sa vie. L'Académie des sciences de Berlin l'admit au nombre de ses membres en 1839.

Le premier mémoire de Poggendorff date de 1821, et parut dans le journal *Isis*, sous le titre « Recherches phisico-chimiques pour plus ample connaissance du magnétisme et de la pile voltaïque, » notre auteur y décrivait entre autre l'invention du multiplicateur ou galvanomètre qu'il a faite à peu près en même temps que Schweigger. Après des études chimiques, il débutait donc dans ses recherches originales par l'étude d'une question de physique; du reste ses travaux subséquents appartiennent presque exclusivement à cette dernière science et se rapportent surtout à l'électricité et au magnétisme. En 1827 il décrivit un instrument de son invention pour la mesure des variations de l'aiguille aimantée, le même que Gauss appliqua plus tard à ses mémorables recherches sur le magnétisme terrestre sous le nom de magnétomètre. Nous n'en finirions pas si nous voulions énumérer toutes les inventions qu'il a appliquées aux différents appareils de recherches électriques et les améliorations qu'il a apportées aux méthodes de mesures employées dans cette branche de la science. Il a introduit dans ces questions les lumières d'un esprit très-ingénieux, très-précis et très-critique, aussi, quoique ses découvertes ne soient point pour la plupart très-capitales, il n'en a pas moins exercé une réelle influence sur les progrès de la branche de la science à laquelle il s'est plus spécialement consacré. Ses efforts ont surtout porté sur l'étude des forces électromotrices,

sur la galvanométrie, sur la théorie de la pile, sur les appareils d'induction et en dernier lieu sur les machines électriques à influence.

Mais quelques nombreuses et variées qu'aient été les recherches expérimentales de Poggendorff, quels qu'aient été le soin et le talent qu'il y a déployés, ce n'est point le laboratoire qui a été son principal champ d'activité, c'est comme rédacteur des *Annales de physique et de chimie* allemandes bien plus que comme professeur qu'il s'est surtout fait connaître dans le monde savant.

En 1824 Poggendorff conçut le projet de publier une revue périodique de physique et de chimie plus complète que ne l'avait été ce qui existait jusqu'alors en Allemagne; le nouveau journal devait être un répertoire complet de tout ce qui paraissait d'un peu important dans ces deux sciences, non-seulement en Allemagne mais autant que possible aussi dans les autres pays; ce but, les Annales de Gilbert ne le remplissaient que très-imparfaitement. Poggendorff avait déjà rallié à son projet un certain nombre de ses collègues de Berlin et de l'étranger, lorsque survint la mort inattendue de Gilbert; il négocia alors immédiatement avec les éditeurs des *Gilbert's Annalen* et il fut décidé qu'il se chargerait de leur publication en leur donnant l'extension projetée. Alors commença une publication qu'il a poursuivie sans relache depuis cette époque, qui n'a pas tardé à occuper le premier rang dans ce genre et qui était connue mieux encore sous le nom de son rédacteur et avec la dénomination d'*Annales de Poggendorff*. La tâche qu'il s'était imposée alors, il lui a été donné de la poursuivre pendant 53 ans et jusqu'à la fin de ses jours avec un plein succès toujours accompagné de l'estime et de la sympathie de ses nombreux collabora-

teurs. L'affection dont le vénérable rédacteur était l'objet, se fit jour d'une manière touchante, il y a trois ans, lorsque fut célébré le jubilé sémi-séculaire de la fondation des *Annales*. Dans un joyeux banquet il reçut, on s'en souvient, un volume jubilaire (*Jubelband*) composé en surprise par un comité d'amis et renfermant des notices ou mémoires de la plupart des collaborateurs habituels du journal.

Dans ces 53 années, Poggendorff a publié 159 volumes ordinaires, plus $7^1/_2$ volumes supplémentaires. On se représente la somme énorme de travail qui a été nécessaire pour recueillir, contrôler, trier tous ces matériaux. Il a accompli cette tâche avec une activité sans bornes, une grande sagacité et un esprit éminemment conciliant et impartial. Ajoutons qu'une portion considérable de cette longue série de mémoires scientifiques est due à la plume du rédacteur lui-même qui, outre ses travaux originaux, insérait fréquemment des notes critiques ou rectificatives sur tel ou tel sujet et se chargeait fréquemment de faire lui-même les traductions de mémoires étrangers. Il a remarquablement réussi dans l'accomplissement de son œuvre, disions-nous; toutefois depuis longtemps déjà sa publication quelque vaste qu'elle fût ne suffisait plus à l'exécution rigoureuse du programme primitif. La grande extension prise par la chimie surtout dans le domaine de la chimie organique, le força à abandonner presque complétement ce qui a trait à cette science. La littérature scientifique étrangère n'occupa plus non plus qu'une place de plus en plus restreinte. C'est pour combler cette lacune, qui devenait toujours plus grande à mesure que la science s'étendait que le rédacteur et l'éditeur des *Annales* se décidèrent dernièrement à publier, à partir du mois de jan-

vier 1877 et comme supplément à leur journal (*Beiblætter zu den Annalen der Physik und Chemie*), un bulletin contenant des extraits des travaux de physique qui ne seront pas publiés *in extenso* dans le corps de la revue et formant un cahier de 4 à 5 feuilles par mois. Ces extraits, qui se rapporteront surtout à des travaux étrangers, devront être fournis par les auteurs eux-mêmes, par les sociétés auxquelles ils auront été communiqués ou par un certain nombre de collaborateurs dont la rédaction s'était assuré le concours. Poggendorff n'a vu que le premier cahier des *Beiblætter*. Depuis longtemps sa santé affaiblie par l'âge donnait à ses amis les plus sérieuses inquiétudes. Il s'est éteint en effet le 24 janvier après une courte maladie.

Sa grande œuvre néanmoins ne finira point avec lui; les amis dont il avait su l'entourer de son vivant, la continueront après sa mort et dans le même esprit que lui, heureux de se charger du bel héritage qu'il leur a légué. Nous avons déjà reçu l'avis que les annales continueront à paraître sous les auspices de la *Société de physique de Berlin*, avec le concours de M. Helmholtz et avec M. le professeur Wiedemann de Leipzig comme rédacteur en chef. Ce nous est un gage que l'œuvre de Poggendorff ne fera que se développer toujours plus après lui et remplir toujours mieux le but qu'il s'était proposé en groupant autant que possible en un seul faisceau les efforts de la science allemande et étrangère.

Rappelons en terminant que Poggendorff a publié encore avec Liebig un « dictionnaire de chimie pure et appliquée, » sa collaboration active n'a porté, il est vrai que sur le premier volume ; puis un volume « d'esquisses biographiques pour servir à l'histoire des sciences exac-

tes ; » enfin son grand « dictionnaire biographique » contenant les renseignements essentiels sur la vie et les titres des savants de tous temps et de tous pays, mais surtout la liste exacte de toutes leurs publications avec indication du journal ou de l'ouvrage dans lequel elles se trouvent. Ce dictionnaire représente aussi une somme de travail et de recherches considérables. Il est du plus grand prix pour les savants qui ont à consulter les travaux de leurs devanciers, et constitue un titre de plus à la reconnaissance si légitime que le monde savant conservera toujours à la mémoire de Poggendorff.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE

M. J. Moss. De la condensation de la vapeur de mercure sur le sélénium dans le vide de Sprengel. (*Proceedings of the Royal Society*, vol. 25, n° 171.)

L'auteur a introduit dans un tube de verre une barre cylindrique de sélénium à l'état vitreux, ayant 45^{mm} de long et 3,5^{mm} de diamètre. Ce tube se trouve en communication avec une pompe de Sprengel. Des fils de platine attachés à chacune des extrémités de la barre de selenium pénètrent à travers les parois du tube de verre. Le vide ayant été pratiqué dans le tube au moyen de la pompe de Sprengel, celui-ci a été maintenu en communication avec la pompe pendant quatre jours consécutifs. Au bout de ce temps, on a remarqué que la conductibilité électrique de la barre avait notablement augmenté, de manière à dépasser de beaucoup celle du sélénium à l'état pur, état sous lequel il conduit le mieux. L'expérience ayant été répétée dans le but de chercher quel était le temps requis pour produire cet accroissement de conductibilité, l'auteur a remarqué à cette occasion qu'en plaçant le sélénium dans le circuit de dix éléments de Leclanché, l'aiguille d'un galvanomètre très-sensible, n'a éprouvé au bout de quarante-deux heures qu'une très-légère déviation. La conductibilité du sélénium a continué à croître pendant quatre jours au bout desquels on a dû suspendre l'expérience. La rentrée de l'air dans le tube n'a altéré en quoi que ce soit la conductibilité acquise par le sélénium, lequel

d'ailleurs, examiné au microscope, ne paraissait avoir subi aucun changement. L'auteur a remarqué, en rompant la barre de métal, que la pellicule conductrice, quoiqu'entièrement superficielle, ne pouvait cependant être enlevée par frottement ni par l'action de l'acide nitrique étendu. Du papier buvard, humecté avec une solution de nitrate d'argent ammoniacal, n'y imprimait aucune tache, d'où l'auteur conclut qu'il est très-probable que la pellicule n'est pas composée de mercure à l'état libre.

Pour établir le fait que le mercure était capable de se combiner avec le sélénium à la température ordinaire l'auteur a maintenu une barre de sélénium plongée dans le mercure pendant une période de six mois. Au bout de ce temps la barre s'est trouvée recouverte d'une pellicule fortement conductrice, et la conductibilité dont elle jouissait ne différait en quoi que ce soit de la conductibilité produite par le vide de Sprengel. L'auteur a cherché ensuite à estimer la quantité de mercure requise pour produire cette conductibilité, en renfermant une barre de sélénium de 125^{mm} de longueur sur 2^{mm} de diamètre, dans un tube de verre contenant un très-petit globule de mercure, du diamètre de $0,5^{mm}$ environ. Après avoir fait le vide dans le tube par le procédé Sprengel, celui-ci a été hermétiquement scellé et détaché de la pompe. Au bout de 92 heures la barre a commencé à manifester des signes non équivoques de conductibilité électrique, lesquels ont été en croissant continuellement pendant près de quinze jours, sans qu'il fût possible de constater le plus petit changement dans la grosseur du globule de mercure, globule qui avait pourtant fourni une pellicule conductrice s'étendant sur une surface mille fois plus grande que celle du globule lui-même.

La modification granulaire produite dans le sélénium, à l'état vitreux, en le maintenant pendant trois heures à une température de 100°, tend aussi à augmenter considérablement sa conductibilité lorsqu'on l'expose à l'action de la vapeur de mercure dans le vide de Sprengel.

Rien n'étant plus facile que de suspendre à un moment donné la formation de ces pellicules conductrices, on peut parvenir ainsi à obtenir facilement des barres de sélénium d'une résistence quelconque donnée.

CHIMIE.

R. Weber. Sur l'anhydride sulfurique et sur un nouvel hydrate de l'acide sulfurique. (*Poggen. Annalen*, CLIX, 313.)

Tous les chimistes qui ont étudié les propriétés de l'anhydride sulfurique ont obtenu les résultats les plus variables, surtout en ce qui concerne les températures de fusion et d'ébullition.

J'ai cru jadis [1] trouver l'explication de ces variations dans l'existence de deux modifications isomériques de cet acide, dont l'une, résultant de sa solidification après fusion, fondrait à 18°, tandis que l'autre, provenant d'une transformation spontanée de la première qui s'opérerait progressivement avec le temps, ne serait pas même fusible à 100° et ne fondrait probablement qu'en repassant par volatilisation et condensation à la première modification.

M. Schultz-Sellack [2] a été également conduit par ses observations à admettre l'existence de deux modifications isomériques. Seulement il pense que leur formation ne résulte pas du temps écoulé depuis la solidification, mais des circonstances et de la température pendant la cristallisation.

M. Weber arrive, par une nouvelle étude de ce corps, à des conclusions différentes. Il trouve que la préparation de l'anhydride sulfurique, absolument anhydre, est beaucoup plus difficile qu'on ne l'a cru jusqu'ici, et que c'est à la présence d'un composé, renfermant encore quelques traces

[1] V. *Archives*, t. XXII, p. 225.
[2] *Pogg. Ann.*, t. CXXXIX, p. 480.

d'eau, que sont dues les variations de propriétés observées dans ce produit.

Pour obtenir l'acide anhydre il ne suffit pas de le purifier par des distillations répétées en ne recueillant que les parties les plus volatiles. Sa vapeur, en effet, a la propriété d'entraîner une certaine proportion du composé hydraté dont l'auteur admet l'existence, bien que ce composé soit peu volatil par lui-même. Il demeure dissous dans l'anhydride lorsque celui-ci se condense, mais s'en sépare pendant sa cristallisation, et ne se redissout plus complétement lorsqu'on essaie de soumettre l'anhydride à une nouvelle fusion. C'est ce composé hydraté qui reste sans fondre, soit, s'il est en très-faible quantité, sous la forme de flocons flottants dans le liquide, soit, s'il est plus abondant, sous forme d'une masse cotonneuse emprisonnant l'anhydride fondu.

Lorsque l'acide anhydre a été purifié autant que possible par la distillation à basse température, on sépare ce composé hydraté par une sorte de liquation, en faisant à plusieurs reprises refondre le produit et en cherchant par l'agitation et l'inclinaison du tube scellé qui le renferme à faire adhérer aux parois supérieures la portion non-fondue.

D'après M. Weber l'anhydride sulfurique pur est un liquide très-fluide, qui se solidifie par refroidissement en longs cristaux prismatiques semblables au nitre. Il fond à 14°,8, mais reste souvent liquide pendant longtemps au-dessous de son point de fusion. Il bout à 46°,2. Sa densité est de 1,94 à 16°. Conservé pendant une année, il n'a présenté aucune modification dans ses propriétés.

Le composé hydraté dont la présence communique à l'anhydride les propriétés sous lesquelles il a été connu auparavant, n'a pu être obtenu assez séparé de l'anhydride pour que l'auteur ait pu en déterminer la composition. Il doit ne contenir qu'une très-petite quantité d'eau, car il suffit d'ouvrir et de ressouder à la lampe un tube renfermant l'anhydride pur, pour que les traces d'humidité introduites par

cette opération déterminent la formation d'une quantité très-notable de la combinaison hydratée insoluble.

Outre cette combinaison renfermant la plus faible proportion d'eau, M. Weber a obtenu un autre hydrate défini. Si l'on ajoute progressivement de l'acide sulfurique concentré à l'anhydride, on obtient des mélanges qui laissent d'abord séparer par refroidissement un produit gélatineux, probablement formé de la combinaison très-peu hydratée, signalée plus haut. Mais en augmentant la proportion d'acide ordinaire on arrive à un produit qui n'en laisse plus séparer ; le liquide donne alors par le refroidissement à 8 ou 10° des cristaux aciculaires qui, séparés de l'eau mère, constituent un nouvel hydrate déterminé.

C'est un liquide peu fluide, fumant fortement à l'air, dont la densité est de 1,983. Il se solidifie de 8 à 10° en une masse cristalline. Son analyse conduit à la formule H^2SO^4, 3 SO^8 ou H^2O, 4 SO^3.

C. M.

C. Marignac. Observations sur le Mémoire précédent.

Bien que les expériences de M. Weber paraissent faites avec beaucoup de soin, elles ne me semblent pas encore décider entièrement la question. Il est singulier que l'auteur, qui a soumis à l'analyse le produit qu'il considère comme représentant seul le véritable anhydride sulfurique, n'ait pas jugé nécessaire de constater par une analyse semblable la présence de l'eau dans l'acide primitif qui a servi à sa préparation, et surtout dans cette matière infusible qu'il en sépare. Sans doute l'analyse de ce produit, qui reste impregné d'acide anhydre, n'aurait pas pu en faire connaître la composition exacte, mais elle aurait au moins appris si ses propriétés sont réellement dues à la présence de l'eau. Jusqu'à ce que cette démonstration expérimentale ait été faite, l'explication de M. Weber peut offrir quelque probabilité mais elle repose sur une pure hypothèse.

J'avais été conduit à supposer une transformation isomérique de l'anhydride sulfurique pour expliquer le fait que sa fusibilité diminue progressivement lorsqu'on essaie de la déterminer après un temps de plus en plus long. M. Weber explique ce fait, dans sa théorie, en admettant que le composé hydraté dissous dans l'anhydride se solidifie beaucoup plus lentement que ce dernier.

Cette interprétation serait admissible si ce changement de fusibilité se manifestait seulement pendant quelques heures après le refroidissement. Mais elle peut difficilement s'appliquer à une transformation qui se prolonge presque indéfiniment.

J'ai signalé dans mon ancien mémoire [1] l'essai fait sur un acide préparé depuis trois ans qui n'avait commencé à présenter des indices de fusion qu'à la température de 55°. J'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à examiner maintenant les échantillons que j'avais préparés il y a vingt-quatre ans, et sur lesquels avaient été observées les propriétés que j'ai décrites alors.

Deux tubes, scellés à la lampe, avaient été conservés depuis cette époque. Ils ont été mis ensemble dans un bain d'eau dont la température a été élevée très-lentement à raison d'environ un degré en deux ou trois minutes. Ils ne se sont pas comportés exactement de la même manière.

1er *tube.* L'anhydride était rassemblé dans la moitié inférieure, une petite portion occupait aussi la partie supérieure du tube et de longues et fines aiguilles partaient de cette portion, les unes adhérentes aux parois, les autres traversant le tube dont les parois dans la portion intermédiaire avaient conservé toute leur transparence.

Entre 80 et 85° aucun changement ne s'était encore manifesté. A 90° les fines aiguilles traversant le tube ou tapissant les parois n'offrent aucun indice de fusion, mais la masse contenue dans la partie inférieure paraît un peu plus trans-

[1] *Archives*, t. XXII, p. 238.

lucide. De 90° à l'ébullition les aiguilles disparaissent lentement par volatilisation sans fusion. L'acide de la partie inférieure devient plus translucide mais sans qu'il s'en sépare encore du liquide.

Forcé à ce moment de m'absenter, je baissai un peu la flamme du gaz. Deux heures plus tard la température du bain était tombée à 68°, aucun changement ne s'était produit dans cet intervalle. Je reportai alors rapidement le bain à l'ébullition, la fusion commença immédiatement et, au bout de cinq ou six minutes, elle était complète. Le liquide était parfaitement limpide, sans trace de résidu floconneux.

Ayant laissé le bain se refroidir lentement, l'acide conserva son état liquide. Je pensais le retrouver solidifié le lendemain et pouvoir répéter les mêmes essais sur le produit modifié par cette fusion et solidification, mais je retrouvai le tube brisé dans le bain, bien que l'appareil n'eut subi aucun dérangement. Il semble qu'il y a eu un état de surfusion suivi d'une solidification brusque accompagnée d'une dilatation comme dans la congélation de l'eau.

2me *tube*. L'anhydride était étalé sur toute la surface du tube, en sorte qu'on ne pouvait rien voir de l'intérieur.

Chauffé dans le même bain que le précédent, il n'a présenté jusqu'à 75° aucune modification. A 80° la matière commence à paraître un peu translucide, comme du coton humecté. A 90° une portion liquide commence à se séparer. Ce tube a été retiré du bain à ce moment.

Le lendemain on l'a réchauffé de nouveau, mais plus rapidement, à raison d'environ un degré par minute. La translucidité s'est manifestée entre 50 et 55°. De 60 à 65° une fusion partielle se produit, mais très-lentement jusqu'à 80°, bien que la matière non fondue soit complétement baignée de liquide. Au delà la fusion s'accélère, elle est complète quand le bain atteint 95°. L'acide fondu est parfaitement limpide, sans résidu. Le tube a été alors retiré du bain et refroidi dans une position horizontale pour éviter l'accident survenu au précédent.

Un jour après on a recommencé l'essai. La translucidité s'est montrée à 35°, à 40° une partie a fondu, mais la fusion n'avance qu'avec une extrême lenteur ; la température a été maintenue pendant trois heures à 70°, il restait encore une portion notable à l'état gélatineux, mais à 80° la fusion a été complète.

Le jour suivant l'essai a été repris et a donné les mêmes résultats, mais on a maintenu la température entre 45 et 50° pendant vingt-quatre heures. Au bout de ce temps les trois-quarts environ de l'acide étaient fondus, le reste formait une masse gélatineuse flottant dans le liquide. On a laissé refroidir le tube en l'inclinant de manière à rassembler à l'une des extrémités la partie non fondue et à l'autre l'acide liquide. Le tout ayant été solidifié et maintenu une demie heure dans de l'eau à 12°, on a reporté le tube horizontalement dans le bain et on a constaté que la partie récemment fondue devenait translucide à 35° et l'autre seulement à 40°.

Ces observations m'ont paru intéressantes à signaler bien qu'elles ne conduisent pas à une conclusion certaine.

Le fait que les deux échantillons ne se sont pas comportés exactement de la même manière me paraît confirmer l'opinion de M. Weber que l'anhydride préparé par les anciens procédés n'est pas un produit tout à fait pur.

D'un autre côté je crois pouvoir conclure de la résistance qu'ils ont présentée à la fusion, comparativement à ce que j'avais observé jadis et à la manière dont le second s'est comporté après une première fusion, que la modification graduelle qu'éprouve le point de fusion se prolonge pendant un temps beaucoup plus long que ne le pense M. Weber, en sorte que, si la résistance à la fusion est réellement due à la présence d'un composé hydraté, hypothèse qui ne me paraît pas improbable, mais qu'il faudrait au moins appuyer d'une preuve expérimentale, il faudrait admettre que ce composé devient de moins en moins fusible ou moins soluble dans l'anhydride liquide non par suite d'un simple retard dans sa

solidification mais par l'effet d'un changement isomérique ou d'un changement dans son état de combinaison avec l'anhydride. Je rappelle d'ailleurs que dans mes anciennes expériences je n'avais pas trouvé de différence appréciable dans la composition de l'acide fondu par une chaleur modérée et de la portion demeurée à l'état gélatineux, la composition dans les deux cas correspondant également à celle de l'anhydride. Si donc il y a de l'eau dans ce dernier produit c'est dans une très-minime proportion et il faudrait une analyse très-exacte pour constater sa présence.

W. Michler et A. Gradmann. — Synthèse d'acides organiques et de kétones au moyen de l'oxychlorure de carbone. (*Berichte d. d. chem. Gesellschaft*, IX, 1912, Zurich, Labor. de V. Meyer.)

En faisant passer à la température ordinaire un courant d'oxychlorure de carbone dans la diéthylaniline, puis en élevant peu à peu la température jusqu'à ce que le gaz ne soit plus absorbé, on obtient un produit qui, traité par l'eau et l'acide acétique, puis par un lavage à l'alcool qui enlève une matière colorante et enfin recristalisé dans l'alcool bouillant, se présente sous forme de paillettes jaunâtres fondant à 188°, c'est l'acide diéthylamidobenzoïque appartenant à la para-série; la réaction est celle-ci

$$C_6H_5N(C_2H_5)_2 + COCl_2 = \begin{matrix} C_6H_4N(C_2H_5)_2 \\ | \\ COCl \end{matrix} + HCl$$

en traitant par l'eau, on obtient:

$$\begin{matrix} C_6H_4N(C_2H_5)_2 \\ | \\ COCl \end{matrix} + H_2O = HCl + \begin{matrix} C_6H_4N(C_2H_5)_2 \\ | \\ COOH \end{matrix}$$

Ce même acide peut être obtenu en chauffant pendant quelques heures avec réfrigérant renversé, 3 mol. d'hydrate de potasse dissout dans l'alcool, 2 mol. d'iodure d'éthyle et 1 mol. d'acide paraamidobenzoïque.

En faisant réagir la diéthylaniline sur le chlorure de cet acide à 120°, ces chimistes ont obtenu, après avoir chassé l'excès de base par l'eau, une masse sirupeuse qui, dissoute dans l'acide chlorhydrique, donne un précipité cristallin et un corps qui reste en dissolution. Le premier, recristallisé dans l'alcool, fond à 70° ; c'est le

hexaéthyltriamidodibenzoylebenzol

$$\begin{array}{l} C_6H_4N(C_2H_5)_2 \\ | \\ CO \\ | \\ C_6H_3N(C_2H_5)_2 \\ | \\ CO - C_6H_4N(C_2H_5)_2 \end{array}$$

La base qui se combine avec l'acide chlorhydrique est le tetraéthyldiamidobenzophenone ; il se produit aussi en même temps une matière colorante bleue.

E. A.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

W. Kuhne. Zur Photochemie der Netzhaut. De la photochimie de la rétine. (Communication lue à la *Soc. d'hist. nat. et de méd. de Heidelberg*, le 5 janvier 1877.) — Le même. Vorlæufige Mittheilung ueber optographische Versuche. Communication préliminaire sur des expériences optographiques. (*Centralbl. f. d. med. Wissensch.*, 1877, n° 3 de janvier).

Dans la séance de l'Académie des sciences de Berlin du 12 novembre 1876, M. Boll a annoncé que la couche des bâtonnets de la rétine vivante n'est pas incolore, mais rouge pourpre, que cette couleur est constamment détruite par la lumière incidente et reproduite dans l'obscurité, et se retrouve pendant quelques instants après la mort, si l'œil n'a pas été auparavant soumis à un éblouissement prolongé.

M. Kühne a trouvé que la *pourpre visuelle*, comme il l'appelle, se maintient même dans l'œil du cadavre à l'abri de la

lumière. Au grand jour une demi-minute suffit pour l'effacer, au gaz elle persiste 20 à 30 minutes sur la rétine extraite de l'œil. Dans une chambre noire, éclairée seulement par la flamme de soude, on peut disséquer l'œil de la grenouille à son aise; portée de là au jour, la rétine se montre colorée, même encore 24 à 48 heures après la préparation. Elle perd sa coloration sous l'action de la température de coction, de l'alcool, de l'acide acétique concentré, de la soude caustique à $^1/_{10}$ de concentration. En revanche, la teinte rétinienne résiste à l'ammoniaque, au carbonate de soude, au chlorure de sodium, à l'alun, à l'acétate de plomb, aux acides acétique et tannique à $^1/_{50}$, à la glycérine (après 24 heures de séjour), à l'éther, à la dessiccation sur une plaque de verre. Lorsque la rétine s'est troublée après la mort, on s'assure facilement que la coloration n'intéresse que sa face postérieure. Quand elle se perd, elle passe d'abord par une teinte chamois.

Les rayons dépourvus d'action chimique (ligne D) n'altèrent pas la couleur de la couche des bâtonnets. C'est le cas des rayons rouges obtenus en intercalant du sang entre la lumière extérieure et la chambre noire où se trouve la rétine. La lumière bleue (oxyde de cuivre ammoniacal) la fit pâlir en 2 heures, un vert assez pur en 4 ou 5 heures. Bien que les intensités diverses de ces lumières colorées aient dû jouer leur rôle, ces expériences ont prouvé l'action plus énergique des rayons les plus réfrangibles. Une fois la rétine décolorée, M. Kühne ne put lui restituer sa couleur ni par l'obscurité, ni par l'action d'une lumière de couleur différente, ni en l'échauffant.

Prise sur une grenouille vivante après exposition au grand jour ou à la lampe de magnésium, la rétine se montra aussi bien colorée que si l'animal était resté dans l'obscurité, pourvu que la dissection eût lieu à la lumière sodique. Aussi longtemps que la rétine restait en contact avec la choroïde, M. Kühne la trouva toujours colorée, même après l'action d'une lumière solaire ou magnésienne intense sur l'hémisphère postérieure du globe vidé. Ce n'est qu'après plusieurs

jours d'insolation directe des yeux que la rétine des grenouilles fut trouvée pâlie.

La couleur paraît donc se restituer constamment à mesure qu'elle est détruite par la lumière. Cette restitution hypothétique ne peut s'expliquer par la circulation du sang, puisqu'elle a lieu également bien sur l'œil énucléé et ouvert. Elle est due évidemment aux éléments en contact avec la rétine. Est-ce au pigment?

Lorsque la membrane séparée de son épithélium et de la choroïde était placée sur un fond noir mat, la décoloration avait lieu à peu près dans le même temps que sur un fond blanc. En outre, dans les yeux d'albinos (lapin) les phénomènes de la coloration et décoloration rétinienne étaient les mêmes que sur des individus pigmentés. Ces faits indiquent que ce n'est pas le pigment qui maintient la teinte en question.

M. Kühne s'est assuré 1° que la rétine se décolore sous l'action de la lumière du jour aux endroits où elle est soulevée en plis ou tenue à distance de la choroïde par un petit corps interposé entre les deux membranes; 2° que ces places reprennent leur coloration en peu de minutes, quand on les remet au contact avec la choroïde. L'expérience a même réussi avec des fragments de rétine excisés, décolorés sur une assiette et réappliqués à leur place naturelle.

Dans des yeux de grenouille tenus 10 minutes dans une solution de Na Cl au 200me et à la lumière, la rétine fut toujours trouvée incolore. De même dans des yeux simplement laissés en dehors de leurs orbites pendant la journée. C'est dire que *la vitalité des tissus est nécessaire pour la reproduction de la pourpre rétinienne.* Aussi les expériences réussissent-elles moins facilement sur des mammifères, dont les organes séparés du corps vivant perdent si vite leurs propriétés vitales. Cependant en opérant avec une grande célérité, M. Kühne a trouvé les mêmes phénomènes chez le lapin. La persistance plus grande de cette fonction chorio-rétinienne chez la grenouille est en harmonie avec les faits relatifs aux

courants propres de la rétine et à leurs modifications par l'excitation lumineuse (*Holmgreen*).

C'est probablement dans les cellules de l'épithélium, qui embrassent intimement les bâtonnets, que réside la fonction purpurogène indispensable selon toute apparence au processus normal de la vision.

M. Kühne chercha ensuite à obtenir sur la rétine de lapins albinos immédiatement après la mort la trace d'un éclairage localisé, autrement dit de l'image optique rétinienne d'un objet très-clair. Ces essais ne réussirent qu'imparfaitement, grâce à diverses causes, surtout à l'opacification rapide de la rétine des mammifères après la mort. Il eut alors l'idée de maintenir pendant 3 minutes la tête d'un lapin vivant à 1 mètre 50 c. d'une ouverture quadrangulaire de 30 centimètres de côté, pratiquée dans le volet de la chambre obscure ; il décapita aussitôt l'animal, énucléa et ouvrit l'un des yeux à l'éclairage de la flamme sodique et le mit dans une solution d'alun au 20me. L'autre œil fut traité de la même façon, mais sans l'enucléer. Le lendemain matin, les deux rétines furent disséquées avec soin ; l'auteur y trouva sur un fond d'un beau rose une image tout à fait franche du carré lumineux des volets de plus de 1 millim. de côté, due à la décoloration de la rétine par la lumière. Les images s'effacèrent peu à peu, à mesure que le reste de la membrane pâlit sous l'action de la lumière solaire.

La photographie rétinienne ou *optographie* ne serait donc pas une fable comme on l'avait cru jusqu'ici.

Dr. G. H.

J.-A. Allen. The american bisons, living and extinct (*Mémoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College*, Cambridge, Mass. 1876. 4°. 246 pages, 20 planches et 1 carte.)

M. Allen, dans le mémoire très-étendu et fort intéressant que je viens de citer, décrit d'abord les espèces de bisons

trouvées en Amérique à l'état fossile. Elles sont au nombre de deux : 1° le *Bison latifrons*, Harlan, connu par quelques crânes ; sa taille devait être énorme, de beaucoup supérieure à celles des autres bisons, ses cornes atteignaient probablement une longueur de six pieds. (Ceci semblerait l'éloigner des autres espèces du genre qui ont ordinairement les cornes courtes). Le second bison fossile, le *Bison antiquus*, Leidy était plus petit, et devait ressembler, sous beaucoup de rapports, au bison vivant actuellement dans les États-Unis. Ces espèces, d'après M. Allen, seraient spéciales à l'Amérique et auraient été confondues à tort avec d'autres espèces fossiles. En Europe, le genre *Bison* est représenté par un petit nombre d'espèces fossiles, et par une espèce qui vit encore aujourd'hui, l'Aurochs (*Bison bonasus*), très-abondant il y a quelques siècles dans une grande partie de l'Europe, dont il a été entièrement extirpé. On ne le trouve plus maintenant que dans la grande forêt de Bialovicza en Lithuanie, où il a été conservé grâce à la sollicitude des empereurs de Russie. Une seule espèce vit actuellement dans le Nouveau Monde, le *Bison americanus*, dont les troupeaux innombrables couvraient encore, il y a un siècle, le tiers de l'Amérique du Nord. Il a le train de devant notablement plus développé que le train de derrière, le contraire a lieu chez l'Aurochs. Tous les deux ont quatorze paires de côtes, mais, dans la plupart des ouvrages de zoologie, on lit que le bison d'Amérique a quinze paires de côtes. La source de cette erreur est curieuse. Le premier squelette du bison d'Amérique connu en Europe a été décrit par Cuvier. Il appartenait à un animal mort au Jardin des plantes qui, par une chance singulière, se trouvait avoir 15 paires de côtes, c'était une sorte de monstruosité d'une rareté excessive, car M. Allen, qui a eu l'occasion d'examiner des squelettes de bison en quantité a toujours constaté qu'ils n'ont que quatorze paires de côtes. Depuis Cuvier la plupart des auteurs ont reproduit sa description sans la vérifier. M. Allen consacre la plus grande partie de son mémoire à la recherche des limites extrêmes

dans lesquelles l'existence du bison a été autrefois constatée, et à l'étude de leur restriction successive jusqu'à l'année présente. Une carte coloriée permet de se rendre compte très-exactement des diverses régions occupées par le bison avant 1800, puis successivement réduites à deux territoires relativement fort petits. A chaque quart de siècle une couleur nouvelle fait saisir une nouvelle réduction. Pour établir toutes ces limites, l'auteur a rassemblé une quantité vraiment étonnante de faits, de renseignements de toute espèce, et, pour arriver à les préciser, il n'a pas reculé devant un travail acharné. Il a pu constater que l'extirpation du bison a été pratiquée d'une manière vraiment barbare et, on peut le dire, honteuse pour l'humanité. L'habitat du bison s'étendait autrefois au Nord jusqu'au grand lac de l'Esclave, vers le 62° de latitude; il arrivait au Sud jusqu'aux provinces N.-E. du Mexique, vers le 25° de latitude. A l'Ouest on le trouvait encore dans l'Orégon, à l'Est il arrivait jusqu'à l'Ohio. D'année en année les limites de cette immense région se sont reculées et les malheureux animaux, traqués et détruits partout, ne se trouvent plus que dans deux territoires dans l'ouest, l'un, au nord du chemin de fer du Pacifique, allant des sources de Yellowstone jusqu'aux possessions anglaises, l'autre, plus petit, au sud de cette ligne ferrée, dans l'ouest du Kansas et le nord-ouest du Texas. Il y a là encore des bandes innombrables de bisons et cependant, d'après les calculs de M. Allen, si l'on continue à les détruire comme on l'a fait jusqu'ici, et si l'on n'établit pas des lois protectrices, il n'y en aura plus un seul dans 25 ans.

Le nombre des animaux qui composent un troupeau est vraiment incroyable, et il paraît certain que des trains du chemin de fer Kansas-Pacifique ont été arrêtés pendant des heures par le passage d'un troupeau de bisons qui changeait de territoire.

On a dit que les mâles enfermaient au milieu du troupeau les femelles et les jeunes, et que les vieux taureaux se postaient comme sentinelles pour veiller au danger. Il

paraît que ces faits ne sont pas exacts, et que ce sont les femelles qui sont les plus alertes et les plus vigilantes. Ce qu'on a dit des migrations des bisons demande aussi à être partiellement rectifié. Lorsqu'ils occupaient encore de grands territoires, ils accomplissaient d'assez grands voyages, allant vers le nord en été et vers le sud en hiver. Actuellement ces migrations se bornent à fort peu de chose, s'accentuant cependant toujours vers le nord en été; mais il est certain que maintenant les bisons du territoire situé au nord du Central-Pacific ne vont jamais dans le territoire sud, et vice versâ.

Les Indiens ont détruit et détruisent encore une énorme quantité de bisons, les loups leur ont largement aidé, mais l'extermination sur une grande échelle a été et est maintenant pratiquée par les chasseurs américains. Voici quelques chiffres approximatifs : on estime que chaque année il se tue dans les deux territoires actuels environ 2,500,000 bisons, et en majeure partie des femelles. On évalue à 200,000 le nombre des individus tués, dans le Kansas seulement, pendant la saison de 1872-73. Un seul chasseur en a tué 3,000 dans l'hiver de 1873-74, 60 à 80 dans un jour. Et il faut bien noter que, pour établir ces chiffres avec quelque approximation, on ne peut se servir que des données fournies par les animaux utilisés. Or, on en tue énormément pour le seul plaisir de les détruire, ou bien seulement pour prendre leur langue, le reste de l'animal pourrit sur le sol. Les Indiens détruisent beaucoup de bisons pour avoir leur peau, dont ils se font des vêtements, et ils ne prennent pour cet usage que les peaux des jeunes femelles; ils tuent les mâles, mais ne se servent ni de leur chair ni de leur peau. Une partie seulement des chasseurs américains tuent le bison dans un but de spéculation. Ils enlèvent alors la chair, et, tantôt l'exposent au soleil en la préparant et la vendent comme viande sèche, tantôt, après l'avoir soumise à une haute température, ils la compriment fortement, c'est alors le pemmican.

On a essayé de faire du cuir avec la peau du bison, mais il est mauvais et ne peut servir qu'à certains usages. Une peau

qui ne peut pas servir comme « robe de bison » n'est guère payée que 1 dollar au chasseur. On a cherché à utiliser la laine du bison pour en faire des étoffes, mais sans succès.

Un petit nombre d'essais de domesticité ont été pratiqués, mais il ne paraît pas qu'ils aient été sérieux, et, d'après M. Allen, ils ont seulement montré que rien ne s'opposerait à ce que le bison, pris jeune, et surtout après une ou deux générations, ne devînt une bonne bête de labour.

P. de L.

PRIX

fondé par Augustin-Pyramus de CANDOLLE pour la meilleure monographie d'un genre ou d'une famille de plantes.

Un concours est ouvert par la *Société de physique et d'histoire naturelle de Genève* pour la meilleure monographie inédite d'un genre ou d'une famille de plantes.

Les manuscrits peuvent être rédigés en latin, français, allemand, anglais ou italien. Ils doivent être adressés, franco, avant le 1er octobre 1879, à M. le professeur Marignac, secrétaire-correspondant de la Société, à Genève.

Les membres de la Société ne sont pas admis à concourir.

Le prix est de 500 francs.

Il peut être réduit ou n'être pas adjugé dans le cas de travaux insuffisants ou qui ne répondraient pas aux conditions du présent avis.

Genève, février 1877.

Le Président de la Société,

A. Favre.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1877.

Le 1er, fort vent du SO. pendant tout le jour, avec une température exceptionnellement élevée, moyenne diurne + 13°,26.

2, à 2 $^1/_2$ h., dans la nuit du 1 au 2, éclairs et tonnerres, pluie très-abondante; il a neigé sur la crête du Jura, qui était presque dégarnie de neige.

3, gelée blanche le matin; le soir à 10 h. fort belle couronne lunaire.

5, forts coups de vent du SO. dans la nuit du 4 au 5, surtout vers 3 h. matin; il a neigé sur le Jura et sur le Salève.

11, la neige a entièrement disparu du Salève et des Voirons, il n'en reste que peu de traces sur le Jura.

12, fort vent du SO. dans la nuit et le matin, il a neigé sur toutes les montagnes des environs; le soir lumière zodiacale se terminant un peu au-dessous de la tête du Bélier.

13, gelée blanche le matin, à 11 h. couronne solaire.

14, forte gelée blanche le matin, qui a persisté tout le jour dans les endroits non exposés au soleil, bien que la température à l'ombre se soit élevée au-dessus de 0 avant 10 h., et le maximum à + 7°,2. Hâle dans la journée.

15, neige sur toutes les montagnes des environs.

16, gelée blanche le matin.

17, faible gelée blanche le matin.

18, forte gelée blanche le matin; brouillard depuis midi.

19, gelée blanche le matin, ciel clair à 6 h. du matin; brouillard dans la matinée. La gelée blanche a persisté tout le jour à l'ombre.

20, gelée blanche le matin; hâle dans la journée.

21, forte bise depuis 10 h. du matin jusqu'au 23 à la même heure, elle a été particulièrement forte dans la soirée du 21.

24, halo lunaire de 6 h. à 9 h. $^3/_4$ du soir.

26, violent coup de vent entre 2 et 3 h. matin dans la nuit du 25 au 26. Grésil et neige dans la matinée, à 2 h. la hauteur de la couche était de 15^{mm}, puis elle a fondu, mais n'a entièrement disparu dans la plaine que le 28. A 7 h. du soir les nuages sont poussés par un vent du Nord assez fort, le vent du Sud régnant en bas; couronne lunaire.

27, à 5 h. $^{3}/_{4}$ du soir fort belle couronne lunaire.

29, à 9 h. $^{1}/_{2}$ du matin, forte averse de grésil chassée par un vent de NO. 2.

30, fort vent du SO. et neige dans la nuit; le soir fort vent du SSO., les nuages étant chassés avec une grande rapidité par un vent de ONO.; dans une éclaircie, après 10 h., une couronne lunaire est visible.

31, à 3 h. après midi, quelques flocons de neige; le soir à 7 h. lumière zodiacale s'étendant jusqu'à 5^{0} à l'Est de α Bélier.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. matin	725,84
6 à 10 h. matin	723,08
9 à 6 h. soir	731,18
14 à 8 h. matin	730,56
16 à 10 h. matin	733,84
21 à 4 h. après midi	737,43
28 à 8 h. matin	737,36
29 à 8 h. soir	737,37

MINIMUM.	mm
Le 1er à 6 h. matin	717,31
4 à 8 h. soir	712,31
6 à 8 h. soir	719,71
11 à 6 h. soir	722,20
14 à 10 h. soir	725,93
18 à 6 h. matin	730,43
25 à 10 h. soir	725,53
29 à 6 h. matin	731,36
30 à 8 h. soir	721,63

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm
1	717,64	—10,18	+13,26	+13,47	+11,4	+16,0	4,64	+0,62	424	—441	330	530	...	...	SO. 2	0,98	+7,5	+ 2,0	133,7
2	724,39	— 3,45	+ 8,29	+ 8,53	+ 5,0	+13,1	6,02	+2,00	746	—119	580	860	14,8	7	S. 1	0,46	7,4	+ 1,9	134,1
3	724,04	— 3,82	+ 4,11	+ 4,37	+ 1,2	+ 8,5	5,20	+1,18	845	— 20	690	950	...	...	variable	0,47	7,8	+ 2,4	134,5
4	715,46	—12,41	+ 5,06	+ 5,34	+ 2,2	+ 7,1	5,76	+1,74	873	+ 8	780	930	...	...	variable	0,97	7,4	+ 2,0	136,9
5	717,31	—10,58	+ 8,61	+ 8,90	+ 5,7	+13,6	5,78	+1,75	698	—167	540	810	2,0	2	SO. 1	0,57	7,5	+ 2,2	127,0
6	721,45	— 6,45	+ 7,41	+ 7,72	+ 4,7	+12,9	5,89	+1,86	777	— 88	640	840	0,4	1	variable	0,30	7,5	+ 2,2	138,1
7	721,36	— 6,55	+ 8,31	+ 8,63	+ 3,7	+12,8	6,21	+2,18	762	—103	560	920	...	...	variable	0,60	..	.....	135,0
8	726,14	— 1,77	+ 7,60	+ 7,92	+ 2,9	+13,9	5,89	+1,85	748	—117	620	850	...	...	N. 1	0,56	7,5	+ 2,3	136,6
9	729,60	+ 1,68	+14,04	+14,36	+10,4	+17,1	7,26	+3,22	625	—239	480	780	...	...	SSO. 2	0,79	7,6	+ 2,4	127,3
10	728,20	+ 0,28	+ 8,17	+ 8,49	+ 4,1	+12,2	6,96	+2,91	854	— 10	670	1000	...	...	variable	0,64	7,4	+ 2,3	138,8
11	724,69	— 3,23	+ 9,48	+ 9,80	+ 7,0	+11,8	5,68	+1,63	655	—209	530	820	0,2	1	SSO. 2	0,92	7,4	+ 2,3	129,5
12	723,83	— 4,09	+ 4,23	+ 4,54	+ 0,6	+ 7,9	4,13	+0,07	684	—179	530	840	1,6	3	SSO. 2	0,61	7,3	+ 2,2	131,3
13	727,57	— 0,35	+ 1,27	+ 1,57	— 1,8	+ 6,2	4,11	+0,04	811	— 52	610	950	...	...	SE. 1	0,57	7,2	+ 2,2	130,9
14	728,86	+ 0,95	+ 0,89	+ 1,18	— 3,8	+ 7,2	3,89	—0,18	797	— 65	550	1000	...	...	S. 1	0,36	..	.....	129,0
15	728,71	+ 0,81	+ 2,77	+ 3,04	+ 1,1	+ 5,9	5,13	+1,05	920	+ 58	800	970	2,5	8	variable	0,83	7,0	+ 2,0	131,9
16	733,24	+ 5,35	+ 1,02	+ 1,27	— 2,4	+ 4,8	3,88	—0,21	791	— 70	660	1000	...	...	variable	0,38	6,9	+ 1,9	129,3
17	731,22	+ 3,34	— 0,98	— 0,75	— 2,9	+ 1,8	3,67	—0,43	864	+ 3	750	910	...	...	E. 1	0,58	6,6	+ 1,7	129,2
18	730,76	+ 2,89	— 2,67	— 2,47	— 5,9	+ 0,8	3,58	—0,52	940	+ 80	790	1000	...	...	S. 1	0,73	6,6	+ 1,7	128,0
19	733,85	+ 6,00	— 0,83	— 0,65	— 5,7	+ 5,6	3,61	—0,50	833	— 26	630	1000	...	...	SSO. 1	0,37	6,4	+ 1,5	127,4
20	735,74	+ 7,91	+ 1,43	+ 1,57	— 3,8	+ 9,1	3,75	—0,37	742	—116	500	960	...	...	SSO. 1	0,31	6,5	+ 1,6	125,8
21	736,99	+ 9,18	+ 3,35	+ 3,46	0,0	+ 6,4	4,32	+0,19	745	—113	620	920	...	...	NNE. 3	0,24	..	.....	126,0
22	735,64	+ 7,85	+ 2,54	+ 2,61	+ 1,1	+ 4,6	3,84	—0,30	713	—144	630	770	...	...	NNE. 3	0,52	5,9	+ 1,1	131,2
23	736,11	+ 8,34	+ 0,38	+ 0,41	— 0,4	+ 1,4	3,67	—0,48	791	— 65	740	810	...	...	NE. 1	0,99	5,9	+ 1,1	122,5
24	733,60	+ 5,86	— 0,46	— 0,47	— 2,2	+ 1,7	3,66	—0,49	842	— 13	750	940	...	...	variable	0,81	6,5	+ 1,7	123,9
25	729,59	+ 1,88	+ 2,37	+ 2,31	— 2,8	+ 5,0	4,54	+0,38	812	— 42	680	910	0,3	2	variable	1,00	6,6	+ 1,8	122,4
26	726,54	— 1,14	+ 1,41	+ 1,31	— 1,1	+ 6,0	4,06	—0,11	825	— 28	530	1000	3,8	5	variable	0,92	6,5	+ 1,7	118,3
27	732,65	+ 5,00	+ 1,43	+ 1,28	— 0,7	+ 5,0	3,41	—0,77	684	—167	530	890	...	...	NE. 1	0,41	6,0	+ 1,2	124,8
28	736,34	+ 8,73	+ 0,36	+ 0,15	— 5,4	+ 5,1	3,50	—0,69	742	—108	530	970	...	...	variable	0,68	..	.....	118,0
29	734,65	+ 7,08	+ 3,38	+ 3,12	+ 1,3	+ 7,1	3,97	—0,23	686	—163	440	910	6,4	8	variable	0,72	6,3	+ 1,5	120,7
30	729,59	+ 2,06	+ 3,87	+ 3,55	+ 0,2	+ 9,1	4,59	+0,38	766	— 82	560	950	8,0	5	SO. 3	0,92	6,5	+ 1,7	121,5
31	728,06	+ 0,57	+ 1,07	+ 0,69	— 1,4	+ 5,0	3,77	—0,45	782	— 64	500	950	0,8	2	variable	0,54	6,6	+ 1,8	121,5

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1877.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	722,36	722,99	723,44	722,94	722,26	722,23	722,35	722,68	722,81
2e »	729,70	730,03	730,37	729,97	729,64	729,90	729 96	730,25	730,32
3e »	732,75	733,18	733,38	733,04	732,32	732,44	732 47	732,30	732,16
Mois	728,41	728,88	729,21	728,79	728,21	728,33	728,40	728,54	728,55
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 7,32	+ 6,91	+ 8,51	+10,58	+10,48	+10,09	+ 8,87	+ 8,74	+ 8,30
2e »	— 0,55	— 0,49	+ 1,91	+ 4,42	+ 4,70	+ 3,91	+ 2,43	+ 1,53	+ 0,62
3e »	+ 0,99	+ 0,58	+ 2,15	+ 3,42	+ 3,59	+ 3 10	+ 2,41	+ 1,40	+ 1,35
Mois	+ 2,53	+ 2,28	+ 4,13	+ 6,05	+ 6,17	+ 5,62	+ 4,50	+ 3,81	+ 3,36
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	5,64	5,55	5,82	6,05	6,25	6,28	6,20	6,17	5,98
2e »	3,99	4,00	4,34	4,43	4,30	4,06	4,16	4,21	4,06
3e »	3,99	4,09	3,90	3,68	3,89	3,87	4,14	4,14	4,02
Mois	4,53	4,53	4,66	4,69	4,78	4,71	4,81	4,82	4,66
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	767	770	721	648	686	688	735	739	738
2e »	905	906	820	707	672	668	761	819	848
3e »	813	853	727	630	664	683	762	814	792
Mois	828	843	755	661	674	680	753	791	793

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 5,13	+12,72	0,63	+ 7,51	17,2	134,2
2e »	— 1,76	+ 6,11	0,57	+ 6,88	4,3	129,2
3e »	— 1,04	+ 5,13	0,70	+ 6,31	19,3	122,8
Mois	+ 0,72	+ 7,89	0,64	+ 6,90	40,8	128,6

Dans ce mois, l'air a été calme 0,72 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,73 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 25°,6 O. et son intensité est égale à 16,50 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JANVIER 1877.

Le 1er, brouillard tout le jour, fort vent du SO.
2, neige dans la nuit, brouillard le matin.
4, brouillard tout le jour, très-fort vent du SO.
5, brouillard le matin et le soir.
6, brouillard depuis midi, avec un fort vent du SO.
7, brouillard tout le jour, fort vent du SO.
8, brouillard tout le jour.
9, brouillard le matin.
12, neige dans la matinée, en petite quantité, mais elle n'a pas pu être recueillie vu la violence de la bise.
15, brouillard tout le jour, par une très-forte bise.
16, brouillard le matin.
21, brouillard et quelques flocons de neige, par une forte bise.
25 et 26, neige et brouillard tout le jour par une très-forte bise; la quantité de neige marquée pour ces 2 jours n'est qu'une petite partie de celle qui est tombée, la plus grande partie ayant été emportée par la bise.
29, neige et brouillard tout le jour, la bise était très-violente, en sorte que la neige n'a pas pu être recueillie.
30, neige et brouillard tout le jour.
31, brouillard tout le jour; très-forte bise.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM

	mm
Le 3 à 10 h. matin	564,43
9 à 10 h. soir	570,62
14 à 10 h. matin	562,28
16 à 10 h. soir	564,62
20 à 10 h. soir	570,04
28 à 6 h. soir	568,41

MINIMUM.

	mm
Le 2 à 6 h. matin	559,75
5 à 6 h. matin	554,35
12 à midi	557,13
15 à 6 h. matin	560,22
18 à 6 h. matin	562,94
26 à midi	556,00
31 à 6 h. matin	553,61

SAINT-BERNARD. — JANVIER 1877.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.			
1	561,43	+ 0,07	560,83	562,33	— 6,30	+ 2,31	— 7,6	— 5,5	.....	.....	....	SO. 2	0,98
2	561,50	+ 0,17	559,75	563,24	— 6,09	+ 2,55	— 7,1	— 5,3	300	21,5	....	variable	0,23
3	563,80	+ 2,49	563,43	564,43	— 6,54	+ 2,13	— 7,5	— 4,7	.....	.....	....	SO. 1	0,32
4	558,22	— 3,07	554,62	561,55	— 6,53	+ 2,17	— 7,8	— 5,2	.....	.....	....	SO. 3	1,00
5	556,26	— 5,01	554,35	557,86	— 6,63	+ 2,10	— 7,4	— 5,4	.....	.....	....	SO. 1	0,59
6	560,14	— 1,11	559,24	560,62	— 6,46	+ 2,31	— 7,1	— 4,9	.....	.....	....	SO. 1	0,76
7	562,14	+ 0,91	560,56	564,38	— 6,05	+ 2,75	— 6,6	— 5,4	.....	.....	....	SO. 2	1,00
8	567,32	+ 6,11	565,74	568,88	— 5,41	+ 3,72	— 6,3	— 3,8	.....	.....	....	SO. 1	1,00
9	569,64	+ 8,46	568,78	570,62	— 1,25	+ 7,60	— 4,1	+ 1,8	.....	.....	....	SO. 1	0,58
10	566,76	+ 5,61	565,33	568,89	— 0,97	+ 7,90	— 3,6	+ 2,0	.....	.....	....	SO. 1	0,32
11	561,20	+ 0,08	558,56	564,23	— 4,80	+ 4,09	— 6,7	— 2,8	.....	.....	....	SO. 1	0,71
12	557,34	— 3,76	557,13	557,80	—10,51	— 1,60	—12,5	— 8,4	.....	.....	....	NE. 2	0,51
13	560,15	— 0,92	558,23	561,95	—11,21	— 2,28	—12,5	— 9,2	.....	.....	....	NE. 2	0,06
14	561,43	+ 0,39	560,99	562,28	— 9,49	— 0,54	—13,6	— 5,8	.....	.....	....	NE. 1	0,00
15	561,25	+ 0,24	560,22	562,91	— 8,86	+ 0,11	—10,8	— 6,9	.....	.....	....	NE. 2	1,00
16	563,75	+ 2,77	562,29	564,62	—12,11	— 3,12	—14,7	— 9,3	.....	.....	....	NE. 1	0,14
17	563,43	+ 2,48	563,08	564,09	— 9,29	— 0.28	—11,1	— 6,4	.....	.....	....	NE. 1	0,00
18	563,86	+ 2,94	562,94	565,03	— 7,99	+ 1,03	—10,9	— 3,8	.....	.....	....	NE. 1	0,00
19	567,70	+ 6,81	565,82	569,33	— 3,45	+ 5,58	— 6,0	— 0,6	.....	.....	....	NE. 1	0,13
20	569,81	+ 8,95	569,54	570,04	— 2,15	+ 6,89	— 5,1	+ 0,4	.....	.....	....	NE. 1	0,19
21	567,48	+ 6,66	567,19	567,95	— 9,01	+ 0,04	—11,8	— 6,5	.....	.....	....	NE. 2	0,89
22	566,81	+ 6,02	566,65	567,25	—10,01	— 0,95	—13,2	— 6,4	.....	.....	....	NE. 1	0,39
23	566,63	+ 5,87	566,28	567,05	— 7,81	+ 1,26	— 9,4	— 4,8	.....	.....	....	NE. 1	0,03
24	565,48	+ 4,75	564,61	566,02	— 6,03	+ 2,04	— 7,4	— 4,3	.....	.....	....	NE. 2	0,26
25	562,45	+ 1,76	561,66	563,82	— 6,47	+ 1,61	— 7,6	— 4,4	100	7,9	....	NE. 2	0,92
26	556,68	— 3,97	556,00	557,80	—13,34	— 4,26	—15,3	— 7,8	120	10,0	....	NE. 3	0,94
27	563,13	+ 2,52	560,59	565,67	—13,69	— 4,61	—17,0	—11,2	.....	.....	....	NE. 1	0,01
28	567,93	+ 7,36	567,01	568,41	— 6,53	+ 2,55	— 9,0	— 4,0	.....	.....	....	NE. 1	0,20
29	562,98	+ 2,44	561,80	565,53	—12,05	— 2,97	—14,4	— 5,5	.....	.....	....	NE. 3	1,00
30	561,79	+ 1,28	556,56	565,73	— 6,47	+ 2,60	— 9,9	+ 0,5	130	11,2	....	SO. 1	0,69
31	557,61	— 2,87	553,61	560,98	—15,22	— 6,15	—15,9	—14,3	.....	.....	....	NE. 3	0,90

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1877.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	562,46	562,70	562,89	562,64	562 62	562,78	562,94	562,96	562,99
2e »	562,65	562,85	563,07	562,84	562,88	563,07	563,21	563,38	563,47
3e »	563,52	563,69	563,71	563,46	563,39	563,50	563,62	563,69	563,79
Mois	562,90	563,10	563,24	563,00	562,98	563,13	563,27	563,36	563,43
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 5,45	— 5,46	— 5,24	— 4,77	— 4,27	— 4,93	— 5,19	— 5,08	— 5,18
2e »	— 9,02	— 8,61	— 7,66	— 5,73	— 5,73	— 7,83	— 8,63	— 8,54	— 8,94
3e »	— 9,65	— 9,83	— 9,56	— 8,57	— 8,20	— 9,85	—10,19	—10,37	— 9,85
Mois	— 8,09	— 8,03	— 7,55	— 6,43	— 6,14	— 7,61	— 8,07	— 8,07	— 8,05

	Min. observé.	Max. observé	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 6,51	— 3,64	0,68	21,5	300
2e »	—10,39	— 5,28	0,27	—	—
3e »	—11,90	— 6,25	0 57	29,1	350
Mois	— 9,67	— 5,09	0,51	50,6	650

Dans ce mois, l'air a été calme 0,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,10 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 54,12 sur 100.

REVUE

DES

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE EN 1876

Par M. Marc MICHELI

---

§ 1. *Phénomènes généraux de croissance ; influence de la pesanteur sur les tissus végétaux ; mouvements des liquides ; mouvements spontanés ; courants protoplasmiques.*

Les travaux des physiologistes ont établi d'une manière positive que l'accroissement en longueur des végétaux ne procède pas d'une manière uniforme, mais par sauts brusques, par saccades [1], faciles à constater lorsque des appareils suffisamment délicats permettent de mesurer le chemin parcouru à des intervalles rapprochés, par exemple, d'heure en heure. Dans un important mémoire, publié sur ce sujet en 1872, M. Sachs [2] a étudié l'influence des agents extérieurs sur ce phénomène, il a constaté une action de la température telle que dans les limites favorables à la végétation la courbe de l'accroissement est presque parallèle à celle

[1] Cela est bien entendu indépendamment de la *grande période* de croissance d'après laquelle chaque section d'une tige s'allonge d'abord lentement, puis plus vite, pour se ralentir encore avant de s'arrêter tout à fait.

[2] *Arb. des Botan. Institut Würzburg*, vol. I.

de la chaleur; la lumière a un effet contraire, et sous son influence seule les courbes s'élèvent dans la nuit pour fléchir pendant la journée. L'auteur a reconnu enfin une concordance remarquable entre les oscillations de l'accroissement et celles de la tension des tissus, les courbes sont tout à fait parallèles, les maxima et les minima tombant aux mêmes heures. Ces deux propriétés des tissus sont intimement unies entre elles (ce qui d'ailleurs est une conséquence naturelle des théories de M. Sachs sur les phénomènes moléculaires de l'accroissement); aux modifications de l'une correspondront toujours des modifications de l'autre, et les agents extérieurs agiront toujours sur toutes deux simultanément et parallèlement.

M. Reinke [1] a consacré cette année un travail important au même sujet; il est parti de la base que les travaux de ses devanciers, de M. Sachs en particulier, ne permettent pas de décider absolument si les oscillations de l'accroissement dépendent des circonstances extérieures, ou si, celles-ci supposées constantes, elles se manifesteraient par l'effet de causes internes. Désirant pouvoir procéder par mensurations très-exactes et suffisamment rapprochées, M. Reinke s'est procuré trois appareils (fondés sur l'emploi du microscope, ou sur celui d'un bras de levier multipliant le mouvement) donnant respectivement des approximations de un centième, un millième et un trois-cent-soixantième de millimètre. Les observations ont porté principalement sur des scapes de plantes monocotylédonées (*Narcissus Tazetta*, *Juncus glaucus*, *Scirpus lacustris*); les conditions extérieures étaient variées autant que possible, les plantes étant placées les

[1] J. Reinke, Untersuchungen über Wachsthum. *Botan. Zeitung* 1876 Nos 5 à 11.

unes à la lumière, d'autres dans l'obscurité, dans l'eau, dans un air saturé d'humidité, dans l'air ordinaire, etc. Les tabelles très-nombreuses sont établies d'après des mensurations faites de quart d'heure en quart d'heure, quelquefois de minute en minute et même dans un cas de croissance très-rapide de quart de minute en quart de minute. Cette première série d'observations prouve d'après l'auteur, que les oscillations dans la croissance sont bien spontanées, car: 1° Elles ne diminuent pas à mesure que les agents extérieurs deviennent plus constants; les plus marquées ont même été constatées sur une plante plongée dans l'eau, sous une température constante et dans l'obscurité. 2° Elles se montrent également sur des plantes exposées à la lumière, plongées dans l'obscurité, placées dans des conditions favorables à la transpiration, ou soustraites à cette fonction. 3° Elles ne coïncident pas pour des plantes observées simultanément dans des conditions analogues, et les courbes qu'on peut construire sont sans relation avec celles de la température, de la pression barométrique, de l'état hygrométrique, etc. L'auteur propose donc de les désigner sous le nom de *modifications spontanées de la croissance;* elles sont d'autant plus marquées que les intervalles qui séparent les observations sont plus courts, et tendent à s'effacer si les intervalles sont trop longs. Les faire remonter jusqu'à leurs causes physiques et chimiques est actuellement impossible; tout ce que M. Reinke pense pouvoir affirmer c'est que le mouvement de la croissance est continu mais jamais uniforme.

Dans une autre série d'expériences, on s'est attaché à provoquer des inégalités de croissance par l'action des agents extérieurs; on a en particulier cherché si l'accélé-

ration dans l'obscurité ne provient pas uniquement d'augmentation de l'humidité de l'air; ce second facteur a une influence évidente, mais qui ne dépasse jamais l'allongement normal et qui ne peut en aucune façon rendre compte des phénomènes d'étiolement. Des expériences directes sur l'alternance horaire de la lumière et de l'obscurité font ressortir d'une manière très-nette l'effet de cette dernière, effet d'autant plus visible, que l'état hygrométrique de l'air est plus constant.

M. Reinke a terminé enfin par quelques recherches sur l'accroissement en épaisseur des tiges (*Datura Stramonium*); la difficulté d'obtenir des mesures exactes est encore plus grande ici que dans le cas précédent; l'auteur a cependant cru reconnaître une influence directe et constante de l'humidité de l'air, effet qui peut s'expliquer par les phénomènes de transpiration et les variations dans la turgescence des cellules.

M. Sachs[1] s'est élevé vivement contre les résultats obtenus par M. Reinke; il a surtout critiqué les procédés d'expérimentation employés par son contradicteur. Les appareils sont beaucoup trop délicats et sensibles; pour mesurer avec une approximation d'un micromillimètre, il faut s'entourer de précautions irréalisables avec des plantes en terre. Dans tous ces procédés, les causes d'erreur sont nombreuses, inévitables et viennent souvent infirmer ou rendre en tous cas très-douteux les résultats obtenus. Ces observations s'appliquent tout particulièrement aux mesures de la croissance en diamètre. En un mot, M. Sachs ne pense pas que les chiffres des tabelles

[1] J. Sachs, Zu Reinke's Untersuch. über Wachsthum. *Flora*, *1876*. Nos 7 et 12.

de M. Reinke aient une valeur assez absolue pour qu'on en puisse tirer des conclusions positives.

M. J.-W. Moll[1] a comparé entre elles la *grande période* des entre-nœuds (fait d'après lequel l'accroissement en longueur d'abord lent, s'accélère graduellement pour se ralentir bientôt après) et leur *période de longueur* (fait d'après lequel sur un rameau entièrement développé, les entre-nœuds plus courts vers le sommet, sont plus longs au milieu, pour diminuer de nouveau vers la base). Il a trouvé que ces deux phénomènes ne remontent point à la même cause; tandis que dans tous les entre-nœuds les cellules acquièrent à peu près la même longueur, leur nombre varie de l'un à l'autre; la grande période est donc une conséquence de l'allongement des cellules, la période de longueur au contraire une conséquence de leur division. Ce sont des suites en apparence analogues de fonctions vitales très-différentes.

M. A.-W. Bennett[2] a étudié le cours de l'allongement sur les entre-nœuds isolés fournis par le pédoncule de la fleur femelle de *Vallisneria spiralis* et par le scape de la Jacinthe. L'accroissement dans le premier cas est très-rapide; du 24 au 29 septembre, il a atteint en moyenne 3,4 pouces anglais par jour. Les mesures étaient prises au moyen de points de repère marqués au vernis sur l'épiderme. Le résultat le plus remarquable est que l'allongement du sommet est beaucoup plus considérable que celui des parties inférieures. Sur 12 points de repère mar-

[1] J.-W. Moll. De invloed van celdeeling en celstrekking op den groei. *Acad. Præfschrift*. Utrecht 1876. Extr. dans *Botan. Zeit*. 1876, N. 47.

[2] A.-W. Bennett, Growth of the female flower stalk of Vallisneria spiralis. *Transact. Linn. Soc. of London*. 2e série, I, p. 133. Growth of the flower stalk of the Hyacinth. Ibid. p. 139.

qués, l'intervalle entre les deux premiers s'est allongé de 225 pour cent; l'espace occupé par les dix derniers de 144 pour cent seulement. La courbe ainsi obtenue s'écarte des lois générales posées par M. Sachs pour des tiges ordinaires, dont le maximum de croissance est beaucoup moins près du point de végétation. Le mode d'allongement des pédoncules de Vallisneria se rapproche plutôt de celui des racines.

Les résultats obtenus avec les jacinthes sont complétement inverses; le scape a été divisé en quatre parties; c'est la section inférieure qui s'allonge le plus (762,5 pour cent), la supérieure vient ensuite avec 228 pour cent; les deux intermédiaires arrivent en dernier avec 150 pour cent. Les courbes ainsi obtenues se rapprochent davantage de la grande période des tiges ordinaires, le maximum est pourtant plus éloigné du point de végétation.

M. J. Fankhauser[1] a publié un mémoire assez étendu consacré à l'étude de l'influence des forces mécaniques sur la croissance par intussusception. C'est un travail qui ne se prête pas beaucoup à l'analyse; l'auteur ne présente pas des observations personnelles dont le résultat net et précis puisse se résumer en quelques mots, mais plutôt une étude générale et théorique dont toutes les parties s'enchaînent et qui pour être exposée complétement demanderait des développements étendus. Dans la première partie consacrée à l'étude des phénomènes intra-cellulaires l'auteur cherche à faire ressortir l'importance du rôle du protoplasma en général

[1] J. Fankhauser, Einfluss mechanischer Kräfte auf das Wachsthum durch Intussusception bei Pflanzen. *Mitth. der Naturforsch. Gesell. in Bern*, N° 828 à 877.

et en particulier de ses propriétés d'imbibition; de la densité des différentes couches de protoplasma (densité qui va toujours en diminuant dans chaque cellule de la périphérie au centre), c'est-à-dire de la quantité d'eau qu'elles peuvent emmagasiner, dérivent les différents faits de forme, de division des cellules, les courants intérieurs, etc. Dans la seconde partie les mêmes règles sont appliquées au développement de la plante en général; les grandes périodes d'accroissement, la tendance à développer des pousses latérales de quelque ordre qu'elles soient sont expliquées par les courants de séve qui se dirigent vers le point de végétation et par les modifications ainsi introduites dans la consistance du protoplasma. En résumé l'auteur établit que les agents extérieurs (humidité, chaleur, pesanteur, etc.) ont sur la croissance une influence bien moindre que celle qu'exercent les forces mécaniques développées à l'intérieur des cellules.

M. Kny[1] a recherché l'influence qu'exerce la pesanteur sur la position et la distribution des pousses adventives que produit un rameau horizontal, en examinant si les bourgeons à feuilles et à racines ont une tendance naturelle à se développer plutôt à la face inférieure qu'à la face supérieure. Il a fallu choisir pour les expériences des rameaux ayant occupé sur la plante mère une position strictement verticale, et les placer horizontalement de telle façon que les conditions extérieures fussent identiquement les mêmes de tous les côtés; ils furent placés sous une épaisseur de quelques centimètres de sable dans une couche de jardin ordinaire; il fallut aussi enlever soi-

[1] Kny, Einfluss der Schwerkraft auf die Anlegung v. adventiv Wurzeln und adventiv Sprossen. *Botan. Zeit.* 1876, N°s 23, 24.

gneusement tous les bourgeons déjà formés, ainsi que les premiers qui se développèrent afin d'être bien sûr de n'avoir à faire qu'à des productions nouvelles. Dix-sept essences d'arbres furent mises en expérience pendant quatre mois environ. Les résultats donnèrent de grandes différences entre les espèces pour la production relative des bourgeons à feuilles et à racines; par exemple le *Cornus alba* et le *Sambucus nigra* produisirent plutôt des feuilles, tandis que le *Populus balsamifera*, le *Salix daphnoides* produisirent plutôt des racines. Les données de Duhamel d'après lesquelles les racines se développent de préférence à la face inférieure n'ont pas été confirmées: par exemple le *Salix daphnoides* sur 24 racines développées en présentait 2 en haut, 7 obliquement en haut, 3 latéralement, 7 obliquement en bas et 5 en bas; mêmes rapports pour le *Populus balsamifera*, mêmes résultats également pour les bourgeons à feuilles; on ne peut même pas dire qu'il y eût tendance à la production de feuilles en haut et de racines en bas. Ces expériences tendent donc à prouver que la pesanteur n'agit pas directement sur la répartition des pousses adventives. Mais pour qu'elles soient parfaitement concluantes, l'auteur pense qu'elles devraient être prolongées pendant un temps plus long. Pour une période aussi courte, il est difficile d'estimer dans quelle mesure le rameau est encore sous l'influence des conditions antérieures. Il faudrait pouvoir poursuivre ces recherches pendant plusieurs années sur les rameaux restant attachés à la plante mère et par conséquent toujours pleins de vie.

M. Carl Kraus [1], à la suite d'expériences sur la direc-

[1] C. Kraus, Mechanik der Wachsthumsrichtungen von Keimlingwurzeln. *Flora* 1876, N° 28.

tion des racines de graines germant dans des conditions et positions variées, est arrivé à quelques conclusions générales sur les causes mécaniques de ce phénomène. La direction des racines des germes dépend de trois facteurs, la turgescence, la consistance des membranes et la pesanteur. Si la turgescence est forte et également répartie de tous les côtés, la racine tendra toujours à croître dans une direction donnée quelconque, même en opposition avec la pesanteur. Mais si les pressions intérieures sont moins fortes d'un côté, il se manifestera une flexion indépendante de l'action de la pesanteur; tel sera par exemple le cas, lorsque d'un côté les molécules seront plus denses, plus serrées; l'autre côté cédera plus facilement à la pression intérieure; des nouvelles molécules s'y intercaleront, il s'allongera davantage et deviendra convexe. L'action de la pesanteur se manifeste de deux manières différentes : d'abord elle agit dans l'intérieur de l'organe horizontal, en provoquant une augmentation graduelle dans la concentration de la séve de haut en bas; d'après l'auteur, cette répartition inégale des molécules nutritives provoque des flexions dont la concavité est dirigée tantôt en haut, tantôt en bas suivant la consistance des membranes; mais dans le premier cas, les pressions intérieures amènent bientôt un excès de développement dans la partie concave et changent le sens de la flexion. La pesanteur agit aussi sur l'organe dans son ensemble, et cette traction de haut en bas, favorise l'allongement du côté supérieur et par conséquent la courbure.

Lorsqu'une racine croît verticalement de bas en haut, la moindre cause fortuite qui écartera son sommet de la ligne droite provoquera une flexion marquée grâce à la pression de la séve, qui s'exercera maintenant surtout

sur une nouvelle section de membrane et y provoquera un développement plus rapide.

Enfin, après quelques observations sur l'influence du voisinage d'une surface humide sur les flexions des racines, l'auteur conclut en disant que les courbures géotropiques positives et négatives sont régies par la même cause, l'apport plus abondant de sucs nutritifs dans le bas de l'organe sous l'influence de la pesanteur; le sens de la courbure est déterminé par l'énergie plus ou moins grande de la turgescence et de la tension des tissus.

M. Cauvet[1] s'est élevé contre la tendance à expliquer par des lois purement physiques un certain nombre de phénomènes vitaux, et en particulier contre les théories émises jusqu'à ce jour sur la direction des racines. Il a fait lui-même quelques expériences sur ce sujet dans lesquelles il plaçait des plantes de différentes espèces dans un entonnoir renversé, la tige en bas sortant par la douille et la racine en haut; la tige s'est constamment redressée; les racines maintenues dans l'eau, se sont généralement courbées en bas, mais d'une manière irrégulière qui écartait l'idée d'une action directe de la pesanteur; l'action de l'air humide était aussi exclue puisque tout était dans l'eau. L'auteur pense donc que les théories géotropiques telles qu'elles ont été en particulier formulées par M. Sachs ne sont pas fondées, et qu'en réalité la cause de ces phénomènes nous échappe complétement.

Dans sa thèse inaugurale sur la force ascensionnelle des racines, M. Max. Brosig[2] a repris les expériences

[1] Cauvet, Direction des racines. *Bull. Soc. botan. de France*, 1876, p. 126.

[2] Max Brosig, Die Lehre von der Wurzelkraft. Breslau 1876.

classiques d'Hofmeister qui conduisent à reconnaître l'existence d'une périodicité dans l'absorption d'eau : quelle en est la cause? M. Detmer[1] l'a cherchée dans la périodicité de la tension des tissus, telle que l'ont établie les travaux de M. Kraus et d'autres physiologistes; M. Brosig ne pense pas que cette explication puisse être soutenue, car la tension dépendant elle-même de la quantité d'eau que renferment les tissus, il n'est pas naturel qu'elle en règle l'apport. M. Baranetzki[2] serait plus près de la vérité en parlant de l'action alternante de la lumière et de l'obscurité, mais M. Brosig pense qu'il faut faire intervenir encore un nouvel élément et il formule ses conclusions en ces termes : La périodicité de la force ascensionnelle des racines peut, comme en général toute périodicité dans les phénomènes vitaux des plantes, se ramener en dernier ressort aux changements périodiques dans l'éclairage; mais c'est une qualité que chaque individu n'acquiert pas pendant sa période de végétation; elle s'est développée graduellement dans le cours du temps et transmise de génération en génération.

MM. W. Ramsay Mac Nab[3] d'un côté et Pfitzer[4] de l'autre, ont étudié la rapidité de la circulation de l'eau dans le bois, en employant des solutions de sels de lithium dont la présence était ensuite décelée au moyen de l'analyse spectrale. Les résultats obtenus par ces deux observa-

[1] *Mitth. aus d. Gesammt-Gebiete d. Botanik,* v. Schenk u. Luerssen. Heft III. Leipzig 1874.

[2] Unters. über die Periodicität des Blutens krautartiger Pflanzen. Halle, 1873.

[3] W. Ramsay Mac Nab, Experiments on the movements of water in plants. *Trans. roy. Irish. Acad.* vol. 25, ext. *Bot. Zeit.* 1876, N° 47.

[4] Pfitzer, Ueber die Geschwindigkeit der Wasserbewegung in den Pflanzen. *Bot. Zeit.* 1876, N° 5.

teurs sont loin d'être concordants : le premier a trouvé que dans un rameau de *Prunus lauro-cerasus* une solution de citrate de lithium s'élevait de 12,8 pouces anglais à l'heure; le second au contraire, qui employait un sel azotique du même métal, a trouvé des valeurs variant de 4,5 mètres à l'heure (*Philadelphus*) à 6 mètres (*Amarantus*) et à 10 mètres (*Hélianthus*), et même à 22 mètres avec une plante d'*Hélianthus* placée au soleil. Déjà auparavant par une méthode toute différente basée sur l'observation du moment où les feuilles à demi fanées commencent à se relever, le même auteur était arrivé à une valeur moyenne de 5 mètres. Il estime du reste qu'il peut y avoir de très-grandes différences suivant que la plante est plus ou moins sèche. Il a calculé aussi, ainsi que cela avait déjà été fait à diverses reprises, la largeur de la colonne d'eau ascendante relativement au diamètre de la tige et a trouvé des valeurs très-faibles de 1 à 80, par exemple, chez l'*Hélianthus*.

M. Geleznow[1] a examiné d'une manière générale la répartition de l'eau dans les plantes ligneuses (bois et écorce); il a fait beaucoup d'observations et construit de nombreuses tabelles; peut-être n'a-t-il pas pris toujours des précautions suffisantes pour garantir l'exactitude absolue de ses chiffres. Sa méthode générale consistait à couper de jeunes arbres de 12 à 30 ans, à en prendre des morceaux à différentes hauteurs et à les peser humides et secs; ses recherches ont porté d'abord sur les quatre espèces suivantes : *Pinus sylvestris, Acer platanoïdes, Betula alba* et *Populus tremula*. D'une manière générale, la proportion d'eau dans le bois augmente

[1] Geleznow, Quantité et répartition de l'eau dans la tige des plantes ligneuses. *Bullet. Acad. Petersb.* XXII, N° 3 (déc. 76).

graduellement de la base au sommet de l'arbre ; il y a cependant quelques irrégularités, la section supérieure est souvent un peu plus sèche que les précédentes (probablement à cause de la transpiration) ; la section inférieure est au contraire un peu plus chargée d'humidité que celle qui vient immédiatement au-dessus. L'écorce suit une marche analogue mais avec une régularité plus marquée. Il y avait entre les espèces examinées des différences assez grandes au point de vue de la répartition de l'eau dans le bois suivant les saisons et au point de vue de sa distribution entre le bois lui-même et l'écorce. Le pin, par exemple, a un bois relativement humide (59 °/₀) et une écorce plus sèche ; la proportion d'eau diminue de juin à septembre pendant la période de forte végétation. L'érable au contraire, a le bois sec (42 °/₀) et l'écorce plus humide ; la proportion d'eau plus considérable de mars en août diminue ensuite jusqu'à la fin de l'année. Le bouleau est remarquable par la grande différence qui atteint 30 pour cent entre le moment où le bois est le plus humide en juin, et celui où il est le plus sec.

L'auteur a proposé des mots nouveaux *hygroxylé, xéroxylé,* etc., pour désigner ces différents états ; ses recherches ne sont peut-être pas assez complètes pour justifier cette tentative. Il a depuis étendu son examen[1] à quelques plantes herbacées et a trouvé, par exemple chez le Lilium giganteum, les mêmes rapports entre la base et le sommet de la plante que dans les arbres. Les feuilles renferment un peu moins d'eau que la tige ; les différentes parties de la fleur sont assez uniformes entre elles à l'exception des étamines et du pollen qui sont beaucoup plus secs. Chez

[1] Geleznow, Répartition de l'eau dans les plantes. *Congrès botan. Florence*, p. 137.

les feuilles d'Amaryllis et de jacinthes M. Geleznow a constaté une diminution graduelle dans la proportion d'eau de la base au sommet.

Dans une note très-courte, consacrée aux mouvements spontanés des étamines du *Saxifraga sarmentosa, umbrosa,* du *Parnassia palustris,* etc. M. Heckel[1] s'est surtout attaché au sens de propagation du mouvement d'une étamine à l'autre; chez le S. sarmentosa, par exemple, qui a toujours deux pétales plus grands que les autres, le mouvement commence par le verticille d'étamines oppositisépales, et dans celui-ci par l'étamine placée entre les deux grands pétales; il passe ensuite aux deux étamines placées à droite et à gauche pour se terminer enfin aux deux dernières étamines qui occupent le côté postérieur de la fleur. Si l'on numérote les étamines de gauche à droite à partir de la première qui se meut, le mode de propagation du mouvement sera 1, 2, 5, 4, 3, tandis que la formule typique du mouvement des fleurs pentamères serait 1, 3, 5, 2, 4. La disposition quinconciale des feuilles est donc altérée, les étamines 2 et 5 se meuvent comme une seule; il y a une tendance virtuelle à la fusion, mieux manifestée chez d'autres Saxifraga, comme par exemple le *S. oppositifolia,* et effective dans les fleurs tétramères de *Chrysosplenium* et d'*Astilbe.* Le mouvement observé sur le second verticille d'étamines indique une déformation du type foliaire encore plus grande. On constate des phénomènes analogues chez le *Parnassia.* L'auteur remarque en terminant que les mouvements étudiés ici ne sont pas influencés par les anesthésiques.

[1] Heckel, Du mouvement périodique spontané dans les étamines de Saxifraga sarmentosa, umbrosa, etc. *Comptes-Rendus* 1876. N° 5, 31 janvier.

M. Chatin[1] a signalé un mouvement particulier des feuilles d'un conifère, l'*Abies Nordmanniana;* horizontales pendant le jour, elles se relèvent le soir et présentent à l'œil leur face inférieure, beaucoup moins colorée que la supérieure. Ce mouvement est accompagné d'une torsion plus ou moins accentuée de la base de la feuille, torsion qui peut aller jusqu'à 90 degrés.

Le mode d'action de la température sur les courants protoplasmiques a déjà été étudié par bien des auteurs qui se sont servis pour cela de méthodes différentes. L'ensemble des résultats peut se résumer en quelques mots : Une température basse (degré variable suivant les espèces) arrête le courant; lorsque le thermomètre s'élève, les fragments du protoplasma et les grains de chlorophylle se mettent en mouvement; chaque degré gagné amène une accélération, jusqu'à un maximum à partir duquel il y a de nouveau ralentissement, puis arrêt complet. Ce maximum varie suivant les espèces entre 35 à 40 degrés environ. Cette loi posée surtout par M. Nägeli, a été complétée par M. Sachs qui a montré que de même qu'aux températures basses, il y a aux températures élevées un *état de rigidité passager;* en d'autres termes, lorsqu'une plante exposée un moment à une température suffisante pour arrêter le courant est placée dans des conditions plus favorables, celui-ci reprend son cours.

Tous ces faits ont été constatés à nouveau par M. Velten[2] dans les expériences très-soignées qu'il a faites sur l'*Elodea canadensis,* le *Vallisneria spiralis* et le *Chara*

[1] A. Chatin, Mouvement des feuilles de l'Abies Nordmanniana. *Comptes-Rendus* 1876, 10 janvier.

[2] W. Velten, Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung. *Flora* 1876, Nos 12 et 13.

fœtida. Il a, en même temps, étudié l'effet d'oscillations thermométriques brusques d'une certaine amplitude sur les courants protoplasmiques. Les auteurs n'étaient point d'accord sur ce point; la plupart cependant pensaient que les oscillations ont une influence fâcheuse sur la rapidité du mouvement; M. Velten est arrivé à une conclusion opposée : ses expériences montrent que les variations de température n'ont *en elles-mêmes* aucun effet, mais que bien plutôt le courant protoplasmique prend immédiatement la rapidité correspondante à chaque degré de température. Il y a quelques années déjà que M. Pedersen[1] était arrivé à un résultat analogue pour les phénomènes généraux de croissance.

Le même auteur[2] a encore passé en revue les différents effets des courants électriques sur le mouvement du protoplasma : ses résultats concordent le plus souvent avec ceux de ses devanciers MM. Jürgensen, Kühne, etc.; ils s'en écartent en quelques points et les complètent en tous cas. Comme tous les observateurs, il a vu le courant induit ou constant (leur effet est le même) ralentir le mouvement du protoplasma, l'arrêter même au bout d'un certain temps, sauf dans le cas où la plante oppose une grande résistance à un courant très-faible ; le mouvement intra-cellulaire s'accélère alors, probablement sous l'influence de l'élévation de température. M. Velten a vu souvent le mouvement reprendre après un temps de repos, lorsqu'il avait été tout à fait interrompu par l'électricité, mais que le protoplasma n'avait souffert aucune altéra-

[1] *Arbeiten des Bot. Inst. Würzburg.* Heft IV, p. 563.

[2] W. Velten, Einwirkung strömender Electricität auf die Bewegung des Protoplasma. *Bot. Zeit.* 1876, Nos 21 et 32.

tion visible. Des courants plus énergiques amènent des mouvements moléculaires dans la cellule, et s'ils sont très-intenses ils contractent l'utricule primordial, mais leur effet est toujours complétement localisé. Sous l'influence de l'électricité, le plasma peut absorber une certaine quantité d'eau, qui s'échappe après, si l'action n'a pas été trop intense; un degré de plus amène la formation de vacuoles qui, si elles ne disparaissent pas de suite sont le signe avant-coureur de la mort. Enfin sous l'influence de courants énergiques, les particules solides se séparent du protoplasma, qui semble se coaguler.

Dans une seconde communication sur le même sujet, M. Velten émet l'hypothèse que la cause des mouvements protoplasmiques doit être cherchée dans les courants électriques provoqués par le contenu de la cellule vivante. Cette idée est fondée sur la manière dont agissent les courants intenses sur les cellules mortes, en y produisant des mouvements qui rappellent tout à fait ceux du protoplasma vivant.

A côté de l'action des agents extérieurs sur le courant du protoplasma, l'influence de l'âge des cellules peut bien se faire sentir aussi. Le baron de Vesque-Püttlingen [1] a porté son attention de ce côté et étudié les courants protoplasmiques dans les poils radiculaires de deux Hydrocharidées, l'*Hydrocharis morsus ranæ* et la *Trianea bogotensis.* Dans l'organe très-jeune le protoplasma se présente sous la forme d'une masse granuleuse uniforme; petit à petit il devient plus aqueux, des vacuoles apparaissent et le mouvement peut bientôt être

[1] Freih. v. Vesque-Püttlingen, Periodicität der Protoplasmaströmung. *Bot. Zeit.* 1876, N° 36.

constaté. Très-lent d'abord, il s'accélère peu à peu à mesure que le poil s'allonge, suivant en cela un chemin parallèle à la grande période de la croissance. Mais tandis que celle-ci se ralentit aussi graduellement avant de s'arrêter tout à fait, le courant protoplasmique continue toujours avec la même rapidité; seulement à mesure que l'intensité vitale du poil radiculaire diminue, la masse de substance entraînée par le courant devient plus faible, relativement à celle qui reste immobile dans la cellule.

§ 2. *Influence de la température, de la lumière sur la végétation ; électricité des plantes.*

L'action de la température sur la végétation n'a donné lieu en 1876 qu'à des recherches peu nombreuses. M. Haberlandt[1] en étudiant l'influence de la gelée sur les grains de chlorophylle est arrivé aux résultats suivants: Dans les plantes de nos climats ce n'est qu'à une température de — 4 à — 6° C. que les grains de chlorophylle commencent à se modifier ; ils deviennent en général méconnaissables à — 12, à — 15° C. Ceux des plantes toujours vertes sont plus résistants. Les altérations successives qu'on peut reconnaître sont d'abord la formation de vacuoles, puis des changements dans la forme extérieure, puis l'entassement des grains en masses plus ou moins grosses, et enfin leur groupement le long des parois latérales des cellules. En général, les grains qui renferment de l'amidon sont plus délicats que ceux qui n'en contiennent pas; dans une même feuille, les plus facilement altérés sont ceux de la couche de cellules pallissadées.

[1] F. Haberlandt, Ueber den Einfluss des Frostes auf die Chlorophyll-Körner. *Oest. Bot. Zeitschrift*, 1876, N° 51.

Enfin l'âge des feuilles ne semble pas avoir d'influence sur ces phénomènes (Viola odorata).

Quelques expériences ont été faites dans le laboratoire de M. F. Haberlandt à Vienne sur l'action des températures élevées sur la germination des graines. Les unes exécutées par M. Haberlandt[1] lui-même ont porté sur l'influence de la température de l'eau dans laquelle les graines sont immergées pendant un certain temps ; elles ont été exécutées avec 20 espèces de plantes cultivées, telles que le blé, l'orge, le seigle, l'avoine, le lin, le trèfle, etc. Si elles ont donné des résultats d'une certaine importance au point de vue de la pratique soit de l'agriculture soit de la brasserie, il n'est en revanche guère possible d'en tirer des lois générales intéressantes au point de vue théorique. De grandes différences se sont manifestées entre les espèces : les plus résistantes ont donné après un séjour de 10 heures dans de l'eau à 50° C. une proportion de 39 pour cent de graines susceptibles de germer (colza), de 40 pour cent (choux), etc. ; à 55° C. il n'y avait plus de germination possible. Pour le blé, 60 pour cent des grains germèrent après 5 heures d'immersion dans de l'eau à 50° C. ; mais 1 pour cent seulement après 10 heures d'immersion. L'orge, l'une des espèces les moins résistantes après 10 heures de séjour dans de l'eau à 30° C. n'eut déjà que 36 pour cent de ses graines qui germèrent ; après 5 heures à 40° C. 5 pour cent, et après 10 heures 1 pour cent. L'effet produit était, en général, beaucoup plus fort et plus prompt si les graines

[1] F. Haberlandt, Der Einfluss des Quellungswassers verschiedener Temperaturen auf die Keimfähigkeit der Samen. *Wiss. prakt. Unters. auf dem Gebiete des Pflanzenbaues.* Bd. II, p. 47.

étaient déjà gonflées par l'humidité avant le commencement de l'expérience.

La seconde série de recherches dirigées par M. Höhnel[1] a porté sur la température que peuvent supporter sans périr les graines sèches. Les données sur ce sujet étaient déjà nombreuses. L'auteur a examiné à ce point de vue 15 à 18 espèces de plantes indigènes et a trouvé que la plupart d'entre elles, convenablement desséchées au préalable (contenant au plus 3 pour cent d'humidité) peuvent supporter pendant une heure une température de 110°C. sans inconvénient. Quant à la limite supérieure, elle est impossible à fixer absolument; il y a toujours des différences d'une espèce à l'autre, et dans la même espèce des différences individuelles marquées. En général cependant on peut dire qu'un séjour de 15 min. entre 110 et 125° C. est fatal.

M. H. Müller[2] a exposé sommairement des résultats obtenus après deux ans de recherches poursuivies dans le laboratoire de Würzburg sur l'héliotropisme. Le principe de sa méthode était de soustraire les plantes observées à la pesanteur, de manière à mettre bien en évidence l'action spéciale des rayons lumineux; il atteignait ce but en employant un appareil de rotation à axe vertical placé dans une chambre éclairée d'un seul côté, semblable à ceux qui ont servi aux observations sur la pesanteur. Ce mode d'expérimentation donne un intérêt particulier à ces recherches lors même que les faits constatés ne jetteraient pas un jour bien

[1] Fr. v. Höhnel, Welche Wärmegrade trockene Samen ertragen, ohne die Keimfähigkeit einzubüssen. Ibid. p. 77.

[2] H. Müller, Ueber Heliotropismus. *Flora*, 1876. Nos 5 et 6.

nouveau sur les points les plus controversés de l'histoire de l'héliotropisme. Les résultats principaux peuvent être résumés de la manière suivante. Les courbures héliotropiques ne se manifestent que sur les organes qui n'ont pas terminé leur croissance, et si l'expérience est suffisamment prolongée, elles se font sentir successivement, sur toute la section en voie d'allongement. La portion la plus sensible est celle qui se trouve au maximum de la grande période de croissance, soit sur les organes positivement, soit sur les organes négativement héliotropiques[1]. La courbure ne se manifeste pas immédiatement, mais comme tout phénomène de croissance, elle demande un certain temps pour apparaître en dehors; en revanche elle continue après l'éloignement de la cause première (Nachwirkung); comme la croissance aussi, elle offre une grande période, étant d'abord plus lente pour devenir plus rapide, pour se ralentir de nouveau bientôt après.

L'action de la lumière étant d'autant plus intense que l'angle d'incidence des rayons avec la surface de l'organe est plus ouvert, il s'ensuit nécessairement que le point maximum de courbure se déplacera le long de la tige du côté de l'extrémité inférieure de la section en voie d'accroissement. En effet à mesure que la partie supérieure se courbe, elle occupe vis-à-vis du rayon incident une position moins favorable.

La courbure est d'autant plus forte que la lumière est plus intense, et l'organe d'autant plus sensitif qu'il

[1] Certaines tiges négativement héliotropiques font exception à cette règle; les parties les plus jeunes continuent à se courber vers la lumière; la fonction négative ne se manifeste que dans les zones plus âgées (Hedera, Tecoma).

a été moins éclairé auparavant. Toute courbure pourra du reste, disparaître (tant que l'organe n'a pas atteint ses dimensions définitives) par l'action de la lumière en sens inverse ou simplement par l'effet de la pesanteur.

Ces différentes données suffisent pour montrer un parallélisme remarquable entre les courbures géotropiques et les courbures héliotropiques, et malgré bien des points encore obscurs, l'auteur pense que la lumière agit ici bien plutôt par suite d'une différence dans la direction de ses rayons que d'une inégalité dans l'éclairage, ce qui rapproche son action de celle de la pesanteur. Ces deux fonctions des organes végétaux, héliotropisme et géotropisme agissent en sens inverse sur les tissus, qui sont tantôt plus sensibles à l'action de l'une tantôt à l'action de l'autre. Par exemple une tige horizontale d'*Helianthus* éclairée par dessous, se relèvera cependant par suite de l'action de la pesanteur, plus forte ici que l'héliotropisme. C'est le contraire qui arrive dans la plupart des germes.

Les nombreux travaux, les expériences si précises et si concluantes de divers observateurs tels que Draper, M. Pfeffer [1], semblaient avoir établi d'une manière irréfutable le mode d'action des rayons lumineux diversement colorés sur la décomposition de l'acide carbonique dans la chlorophylle, et avoir démontré que le maximum d'intensité réside dans la portion la plus éclairante du spectre, dans la région jaune. Malgré cela, deux observateurs MM. Timiriazeff et N. J. C. Müller sont revenus sur cette question et cherchent à prouver que c'est dans la région rouge qu'il faut chercher les rayons les plus actifs ; la courbe de l'intensité assimilatrice coïnciderait avec celle de l'in-

[1] Conf. Sachs, Traité de botanique. Trad. française, p. 875.

tensité calorifique et non pas avec celle de l'intensité lumineuse; le maximum se trouverait entre les lignes B et C de Frauenhofer au point qu'occupe la bande d'absorption la plus caractéristique de la chlorophylle. M. Timiriazeff[1] a exposé ses conclusions dans une note présentée au congrès botanique de Florence; ses expériences ont été faites dans le spectre solaire lui-même, tel qu'il l'obtenait avec une fente de l'appareil très-étroite ; une méthode eudiométrique qui donnait une approximation de 0,0001 cent.cubes de gaz permettait d'estimer les plus petites quantités d'acide carbonique décomposé, et obviait à l'inconvénient du faible pouvoir éclairant du spectre. Des éprouvettes renfermant des mélanges connus d'air et d'acide carbonique et un fragment de feuille étaient placées dans les diverses régions du spectre, la seconde coïncidant avec la grande bande d'absorption de la chlorophylle entre les lignes B et C. Les résultats de toutes les expériences ont été les mêmes : dans la partie rouge extrême il y a production d'acide carbonique ; dans la partie rouge entre les lignes B et C, correspondant à la bande caractéristique d'absorption de la chlorophylle se trouve le maximum de décomposition; dans l'orangé et le jaune, les quantités d'acide décomposé diminuent; enfin à partir du vert, les valeurs négatives reparaissent. Il y a donc coïncidence entre l'absorption de la lumière par la chlorophylle et l'assimilation; les deux maxima correspondent ; les rayons les plus actifs sont ceux qui sont absorbés avec le plus d'intensité. Les rayons les plus réfrangibles bien qu'absorbés aussi complétement ne permettent pas de consta-

[1] Timiriazeff, Action de la lumière dans la décomposition de l'acide carbonique par la granule de chlorophylle. *Atti del Congresso botanico in Firenze 1874*, publié en 1876, p. 108.

ter de décomposition d'acide carbonique parce que leur énergie telle que l'indique leur effet calorifique est beaucoup moindre; le maximum d'intensité calorifique est du côté rouge, par conséquent la conclusion pour être complète doit se formuler comme suit: L'acide carbonique est décomposé par les rayons qui sont absorbés par la chlorophylle et de ces rayons les plus efficaces sont ceux qui possèdent la plus grande intensité calorifique.

Le nouveau mémoire de M. Müller[1], sur l'action de la lumière et de la chaleur rayonnante sur les feuilles vertes, fait suite à ceux que le même auteur publie chaque année sous le titre de « Botanische Untersuchungen » et dans lesquels à côté d'un grand savoir et d'une grande ingéniosité d'expérimentation, on peut regretter de ne pas trouver un peu plus de clarté d'exposition. La thèse de M. Müller est tout à fait celle de M. Timiriazeff[2]. Les expériences qu'il a faites sont de deux sortes: les unes sont destinées à étudier le pouvoir absorbant des feuilles pour la lumière et la chaleur rayonnante; les autres comprennent des analyses de gaz faites dans différentes conditions. Ne pouvant pas entrer dans les détails de ce travail assez étendu, nous nous bornerons à reproduire quelques-unes des conclusions générales les plus importantes de l'auteur. La plante étant considérée comme un mécanisme destiné à emmagasiner de la force sous forme de matière combustible, elle a elle-même besoin d'une force venant du dehors pour être mise en ac-

[1] N.-J.-C. Müller, Botanische Untersuchungen V. Ueber die Einwirkung des Lichtes und der strahlenden Wärme auf das grüne Blatt unserer Wald-Bäume. Heidelberg, 1876.

[2] M. Müller a déjà soutenu cette idée dans un mémoire publié en 1871.

tivité, et cette force, c'est la lumière qu'elle absorbe dans ses tissus. Le pouvoir absorbant des feuilles varie d'une espèce à l'autre dans des limites assez étendues ; pour produire une obscurité absolue, il faudra de 10 à 20 feuilles superposées; les rayons rouges les moins réfringeants, sont les derniers que l'œil puisse percevoir. Quant à la chaleur obscure, une feuille placée en travers d'un faisceau en absorbe à peu près la moitié (0,4 à 0,514 suivant les espèces).

Dans une feuille éclairée du soleil, deux actions se produisent à la fois : un courant de diffusion des gaz contenus dans les espaces intercellulaires produit par l'élévation de température et un courant dérivant de la décomposition de l'acide carbonique ; celui-ci existe déjà en dehors de l'action directe du soleil qui commence par l'accélérer, mais il est bientôt ralenti par la dilatation des gaz contenus dans les espaces intercellulaires. Aussi une ombre modérée telle que celle qui est produite par une épaisseur de une ou deux feuilles, est-elle plus favorable à l'assimilation que l'insolation directe. En outre, dans le spectre solaire, le courant d'acide carbonique est accéléré dans les bandes d'absorption de la chlorophylle et ralenti à droite et à gauche ; d'une manière générale, il gagne cependant en vitesse de la partie la plus réfrangible à la moins réfrangible du spectre.

Les qualités spécifiques des feuilles ont aussi une certaine influence sur l'assimilation ; celles qui absorbent avec le plus d'énergie le groupe des rayons compris entre les lignes B et C sont celles, qui toutes choses égales d'ailleurs, ont le pouvoir assimilant le plus grand. En général plus la période vitale des feuilles est courte, plus la production absolue est grande à intensité lumineuse égale.

Enfin la présence d'un pigment rouge à côté de la chlorophylle favorise l'absorption des rayons les plus actifs et augmente l'assimilation.

L'auteur conclut en posant la loi générale dont nous avons déjà indiqué le sens plus haut. Des divers rayons du spectre, ce sont ceux qui correspondent à la première bande d'absorption de la chlorophylle, qui ont le plus d'influence sur l'assimilation, en sorte que l'on peut dire que les rayons de faible réfrangibilité jusqu'au jaune sont ceux qui pénètrent le plus profondément dans une série de feuilles superposées, mais qu'ils agissent sur l'assimilation dans la mesure dans laquelle ils sont absorbés.

Ces travaux ne nous semblent pas suffisants pour révoquer en doute les résultats bien plus nets et précis au point de vue expérimental qu'avaient obtenus d'autres observateurs; quant au point de vue théorique, les objections présentées par M. Sachs et fondées sur l'incompatibilité entre la fonction réductrice qu'on voudrait attribuer aux rayons absorbés dans la feuille, et la fonction plutôt oxydante qu'ils remplissent dans les solutions de chlorophylle nous paraissent conserver toute leur valeur.

A la suite de recherches photométriques sur l'absorption de la lumière dans les solutions de chlorophylle, M. de Wolkoff[1] a montré que ce n'est pas à la bande I que correspond l'effet le plus intense; l'absorption est plus forte dans la partie réfrangible du spectre, entre les lignes F et H; même dans la région la plus éclairante, vers les

[1] A. von Wolkoff, Die Lichtabsorption in den Chlorophylllösungen. *Verh. d. naturhist. med. Ver. zu Heidelberg.* III. Heft. Extrait dans *Bot. Zeit.* 1876, N° 48. Nous n'avons pas pu avoir le mémoire original entre les mains en temps utile.

bandes V et VI du spectre chlorophyllien, l'absorption est plus absolue que dans la bande I. Si, comme il est probable, ces résultats sont applicables à la chlorophylle vivante dans les feuilles comme à son extrait alcoolique, ils peuvent être considérés comme un argument de plus contre les idées de MM. Timiriazeff et Müller.

M. Kraus[1] a présenté à la Société d'histoire naturelle de Halle le résumé d'expériences poursuivies pendant assez longtemps sur la végétation dans la lumière colorée par l'emploi de cloches doubles remplies de solutions de bichromate de potasse et de sulfate de cuivre ammoniacal. Les résultats tendent plutôt à confirmer les lois établies par les observations antérieures qu'à mettre en lumière beaucoup de faits nouveaux. Pour l'assimilation, par exemple, M. Kraus a de nouveau constaté l'action prépondérante des rayons jaunes, rendue particulièrement évidente par l'augmentation en poids de la matière sèche.

L'héliotropisme négatif suit dans la lumière colorée les mêmes lois que le positif; nul sous l'influence des rayons jaunes, il est très-intense dans la cloche bleue (racines de *Chlorophytum Gayanum*). Les champignons soumis également aux courbures héliotropiques suivent les mêmes lois, à l'exception du *Claviceps microcephala* sur lequel les rayons jaunes et bleus paraissent avoir le même effet. Les courants protoplasmiques se sont maintenus dans la cloche jaune pendant des mois comme à la lumière normale. Les mouvements périodiques des feuilles ont été exécutés dans la lumière bleue d'une façon normale; dans la cloche jaune, les plantes prenaient régulièrement la position de sommeil un peu plus tôt pour la quitter un peu

[1] Kraus, Vegetation im farbigen Lichte. *Bot. Zeit.* 1876, N° 32.

plus tard (expérience poursuivie pendant plusieurs mois sur le *Mimosa pudica*). Sous une cloche verte, les Mimosa deviennent au bout de peu de jours cataleptiques et finissent par périr; la même influence fatale a été exercée sur des graines en germination dont les cotylédons seuls étaient développés.

M. Askenasy[1] a fait quelques expériences sur l'influence de la lumière sur la coloration des fleurs, sans pouvoir en tirer de loi générale. Certaines fleurs n'ont leurs nuances normales qu'à la lumière, d'autres les revêtent également bien dans l'obscurité. Il est difficile d'expliquer pourquoi; cette différence ne tient probablement pas au manque de principes nutritifs, puisque les fleurs incolores avaient en général leur forme et leur grosseur normale. L'action de l'obscurité a été nulle sur les fleurs de *Tulipa gessneriana*, de *Crocus vernus*, de *Scilla campanulata*, très-marquée sur celles de *Silene pendula*, d'*Antirrhinum majus*, de *Prunella grandiflora*. L'*Hyacinthus orientalis*, le *Pulmonaria officinalis*, l'*Orchis ustulata* occupaient une position intermédiaire.

Les plasmodia des myxomycètes, ces organismes singuliers formés de masses relativement grosses de protoplasma libre et vivant, ont souvent attiré l'attention des physiologistes; ils deviendront un objet d'étude toujours plus important à mesure qu'on cherchera à pénétrer plus avant dans la connaissance des phénomènes vitaux dont le protoplasma est le théâtre. Des observations directes qu'on peut faire sur eux, il est permis de supposer qu'on pourra tirer des conclusions importantes sur ce qui se

[1] Askenasy, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Farbe der Blüthen. *Bot. Zeit.* 1876, Nos 1 et 2.

passe dans le protoplasma intra-cellulaire. Dès longtemps déjà, on a reconnu que les plasmodia sont doués d'un géotropisme négatif très-prononcé, qu'en d'autres termes, placés dans des conditions favorables au pied d'une paroi verticale, ils s'élèvent le long de cette paroi grâce aux mouvements spontanés qu'ils peuvent exécuter. La simple constatation de ce fait est en elle-même, d'un grand intérêt en présence d'un phénomène au fond si peu connu dans son essence que le géotropisme.

M. J. Baranetzki[1] a fait des expériences très-soignées sur l'action de la lumière sur ces organismes et il est arrivé aisément à reconnaître que les plasmodia (ce sont surtout ceux de l'*Aethalium septicum* obtenus dans du tan qui ont servi à ses expériences) sont doués d'un héliotropisme négatif très-prononcé. Il suffit d'un temps court pour que la lumière même diffuse projetée par une fente étroite sur une plaque de plasmodium amène des changements profonds dans sa consistance; le protoplasma se raréfie visiblement dans la partie éclairée, les nombreuses anastomoses établies par les courants disparaissent; il y a une tendance marquée de la masse à se diriger vers les parties les plus sombres de la boîte où se fait la culture artificielle. L'action des rayons différemment colorés est la même que sur les plantes d'organisation supérieure, c'est-à-dire que l'action la plus énergique est exercée par la portion réfrangible du spectre, par les rayons bleus; l'effet héliotropique est nul dans les rayons jaunes malgré leur pouvoir éclairant.

Comparée à l'action de la pesanteur, l'action de la lu-

[1] J. Baranetzki, Influence de la lumière sur les plasmodia des myxomycètes. *Mém. de la Soc. des sciences nat. de Cherbourg.* Tome XIX, p. 321.

mière s'est montrée beaucoup plus énergique; un plasmodium qui s'élève dans l'obscurité le long d'une surface verticale, est arrêté par un rayon lumineux; la masse toujours plus compacte à son bord supérieur s'y raréfie; il tend à redescendre.

L'action de la lumière est aussi très-visible sur les plasmodia qui y sont exposés en entier; leur apparence tout entière est profondément altérée; au lieu d'un réseau élégant, ils ne présentent plus à l'œil que des masses agglomérées irrégulièrement et beaucoup plus denses; leur couleur aussi est altérée et perd beaucoup de sa vivacité, et, ce qui est plus curieux, leurs propriétés physiques sont aussi transformées; lorsqu'on les plonge de nouveau dans l'obscurité, ils reprennent leur forme normale, mais l'action de la pesanteur sur eux est renversée, et ils ont une tendance aussi marquée à descendre le long d'une paroi qu'ils en avaient auparavant à s'élever. Cette influence se fait sentir plus ou moins longtemps. Quelquefois elle cesse promptement, quelquefois un temps assez long s'écoule avant que les choses reprennent leur cours normal. Ce fait est probablement dû à des modifications inexplicables pour le moment dans la quantité d'eau qu'absorbe le protoplasma, et peut-être dans sa nutrition générale.

M. Velten[1] a exposé ses propres travaux et rappelé la publication qu'avait déjà faite en 1872 M. J. Ranke[2] sur l'électricité propre des végétaux. Ces deux observateurs ont constaté l'existence dans les tissus des plantes d'un

[1] W. Velten, Ueber die wahre Pflanzen-Electricität. *Bot. Zeit.* 1876 Nos 18 et 19.

[2] Joh. Ranke, Untersuch. über Pflanzen-Electricität. *Sitzungsb. d. k. Akad. der Wissensch. München. Mat. Nat. Cl.* 1872, 6 juillet.

courant électrique analogue à celui que M. Dubois-Reymond a reconnu dans les muscles et dans les nerfs, mais dirigé en sens inverse. Tandis que dans les tissus animaux le courant, dans le circuit expérimental, se dirige de la section longitudinale vers la section transversale du muscle, dans les faisceaux de fibres végétales, il se dirige de la section transversale vers la section longitudinale. Son existence est facile à reconnaître sur un fragment de tige, de pétiole quelconque au moyen de l'électro-galvanomètre de MM. Meissner et Meyerstein. Il faut seulement enlever l'épiderme qui, mauvaise conductrice d'électricité, lui oppose une résistance trop forte, et qui d'ailleurs donne souvent naissance à ce que M. Ranke a appelé le « faux courant » dirigé en sens inverse du courant normal et s'en distinguant par son irrégularité et son peu d'intensité. Cette règle n'est, du reste, pas absolue et dans bien des cas, M. Velten a pu mesurer le courant normal à travers l'épiderme. Des expériences directes ont montré que ce phénomène électrique n'était nullement en relation avec des variations de concentration de la sève, non plus qu'avec les réactions acides ou alcalines des différentes couches de tissu, mais qu'il s'agissait bien d'un courant régulier spécial aux tissus végétaux.

M. Ranke a appliqué ici en la modifiant l'hypothèse moléculaire de M. Dubois-Reymond sur l'électricité animale et pense qu'on doit admettre que tout organe végétal, siége de phénomènes électromoteurs, est rempli de petites molécules noyées dans une substance conductrice et dont les axes unissant les deux pôles sont parallèles entre eux ainsi qu'au grand axe de l'organe. D'après la direction des courants, chaque molécule doit avoir deux zones polaires positives et une zone équatoriale négative, c'est-à-

dire exactement le contraire de ce que d'après M. Dubois-Reymond présentent les molécules animales.

M. Velten a enfin constaté que les courants n'étaient pas influencés par l'arrangement du protoplasma et de la chlorophylle à l'intérieur des cellules ; et que les organes végétaux brusquement tués par immersion dans l'eau chaude continuaient à en être le siége pendant un certain temps.

M. Berthelot[1] a construit des tubes parfaitement clos destinés et organisés de manière à condenser l'électricité atmosphérique ; il y a introduit une matière organique végétale, cellulose ou dextrine, de l'air ou de l'azote pur, et sous l'influence de l'électricité il a vu une certaine quantité d'azote fixé; l'effet s'est trouvé encore plus marqué dans un tube dans lequel une algue s'était développée par hasard.

§ 3. *Respiration et transpiration.*

M. Rischawi[2] a fait sur la respiration des plantes un travail d'ensemble dans le même genre que celui de MM. Mayer et de Wolkoff dont nous avons rendu compte l'année dernière[3]. Il a surtout cherché à avoir un appareil suffisamment grand pour que les jeunes plantes étiolées pussent y être maintenues jusqu'à l'épuisement complet des principes nutritifs contenus dans la graine, à la fin de la période germinative proprement dite. Le mode d'expérimen-

[1] Berthelot, Fixation de l'azote dans les végetaux sous l'influence de l'électricité atmosphérique. *Comptes-Rendus*, 9 oct. 1876.

[2] L. Rischawi, Einige Versuche über die Athmung der Pflanzen. *Landw. Vers. Stat.*, Bd. XIX, N° 5.

[3] *Archives*, Juillet 1876, t. LVI, p. 244.

tation était fondé sur le passage d'un courant gazeux constant à travers l'appareil et sur l'estimation (au moyen de la baryte) de l'acide carbonique produit et non pas de l'oxygène absorbé. Pendant la première série d'expériences qui a porté sur du blé et qui a duré 26 jours, l'amplitude des oscillations de la température de 21° C. environ n'a pas dépassé 2 degrés; à la fin de cette période les jeunes plantes mouraient d'inanition. Au commencement de la germination, l'énergie de la respiration a rapidement augmenté, elle a atteint son maximum vers le onzième jour, a gardé un cours uniforme pendant un certain temps, puis a diminué graduellement. La forme de la courbe ainsi obtenue, tout à fait comparable à celle que M. Mayer[1] avait esquissée à la suite d'un travail antérieur, exclut l'idée d'un parallélisme absolu entre la respiration et la croissance, les courbes de ces deux fonctions ne se superposant pas exactement; celle de la première atteint plus tôt son point culminant.

Dans une seconde série d'expériences M. Rischawi a employé des plantes de Vicia faba, et par une méthode analogue, il a constaté un cours de la respiration sensiblement uniforme pendant toute la vie de la jeune plante. La courbe parallèle à l'axe des abscisses montre à peine quelques fluctuations peu importantes. L'auteur explique ce fait par la grosseur des cotylédons de Vicia. Dès le début leur respiration est très-active, mais elle s'affaiblit peu à peu à mesure qu'ils se dessèchent; par contre celle de la jeune tigelle augmente graduellement et compense ainsi la différence.

Cette particularité rend cette espèce particulière-

[1] Vid. *Archives*, Juillet 1876, t. LVI, p. 246.

ment propre à des expériences sur l'influence des circonstances extérieures sur la respiration; aussi l'auteur l'a-t-il employée à des recherches sur l'action de l'oxygène pur. En faisant circuler dans son appareil alternativement ce gaz et de l'air ordinaire, chacun pendant une heure, il n'a pas trouvé à une température moyenne de 21 à 23° C. de différence; la quantité d'acide carbonique produite était sensiblement la même dans les deux cas. Le même résultat fut obtenu avec des températures variant de + 2 à + 20° C. La proportion de l'oxygène dans l'air n'eut aucun effet sur l'énergie de la respiration.

M. Ad. Mayer[1] a continué et complété ses recherches sur le même sujet en s'attachant plus spécialement à l'action de la température sur cette importante fonction. Comme auparavant ses expériences ont porté sur du blé et ont été exécutées dans l'appareil qu'il avait combiné avec M. de Wolkoff (Revue de 1875, *Archives*, juillet 76) dans lequel c'est la quantité d'oxygène absorbé qui est déterminée. La respiration commence à une température bien inférieure à celle qui rend possible la croissance des plantes; elle est même déjà sensible au-dessous de 0. Son énergie augmente à mesure que la température s'élève, à peu près proportionnellement à elle, jusqu'à un degré bien supérieur à celui qui est le plus favorable à la végétation, jusqu'à un point où l'accroissement devient insensible, où même la vitalité de la plante est suspendue. Il est donc prouvé une fois de plus que la croissance et la respiration sont deux phénomènes qui sont loin de cheminer parallèlement.

MM. Dehérain et Moissan avaient déjà en 1874 publié

[1] Ad. Mayer, Die Abhängigkeit der Pflanzenathmung von der Temperatur. *Landw. Vers. Stat.* XIX, N° 5.

des résultats analogues[1] sur les relations de la température et de la respiration, avec cette différence toutefois que dans leurs expériences la quantité d'acide carbonique produit augmente plus vite que la température; avec des feuilles de pin par exemple, la quantité d'acide carbonique exhalé à 40° était 20 à 30 fois plus considérable que celle exhalée à 8°. Dans les expériences de MM. Rischawi et Mayer le parallélisme est plus absolu. En d'autres termes, dans le premier cas, la courbe de l'acide carbonique est de même forme que celle de la température, mais beaucoup plus accentuée; dans le second cas au contraire, les deux courbes se superposent.

M. Borodin[2] a aussi donné au Congrès botanique de Florence quelques détails sur le même sujet; ses recherches ne sont pas encore assez prolongées pour former un tout complet. En faisant germer les graines dans une atmosphère limitée, il a remarqué, comme d'autres l'avaient déjà fait avant lui, la diminution de volume du mélange gazeux, diminution qui vient de ce qu'une partie de l'acide carbonique est retenue dans les tissus de la plantule. Dans une atmosphère dépourvue d'oxygène, il a constaté la production spontanée d'acide carbonique par la plante elle-même aux dépens de ses tissus (combustion interne d'après M. Bœhm), par conséquent une augmentation du volume de gaz. Enfin il a reconnu entre les graines diverses, des différences individuelles et spécifiques dans l'énergie de la respiration, qui ne sont point en relation avec le poids de la matière sèche de la graine et qui ne sont guère explicables par la théorie.

[1] *Comptes-Rendus*, vol. 78, p. 1112. — Conf. *Archives*, février 1875.

[2] Borodin, Sur la respiration des plantes pendant leur germination. *Atti del Congresso bot. di Firenze* 1874, publ. en 1876, p. 146.

Enfin dans une autre série d'expériences, le même auteur a spécialement recherché l'influence de la température sur la respiration; pour cela, il a fait végéter des plantules (cresson) dans une atmosphère sans cesse renouvelée; les résultats qu'il a obtenus concordent tout à fait avec ceux des observateurs dont nous venons d'analyser les travaux.

De quelques expériences sur la respiration des lichens (*Borrera ciliaris*) M. Godlewski[1] a conclu que dans l'obscurité ces organismes absorbent graduellement tout l'oxygène de l'air, exhalent de l'acide carbonique, et ne produisent aucun autre gaz tant qu'il y a de l'oxygène disponible. L'intensité de la respiration croît avec la température; en 24 heures à 17° C. environ, le lichen absorbe un volume d'oxygène égal au sien. La pression paraît sans influence sur le cours de la fonction.

M. le professeur Wiesner[2] a exposé à l'académie des sciences de Vienne des idées intéressantes sur le rôle de la lumière et de la chaleur rayonnante dans la transpiration des plantes. Les rayons lumineux de même que les rayons de chaleur obscure tendent à activer la transpiration. L'influence des rayons ultra-violets n'a pas pu être déterminée avec une certitude absolue; elle paraît cependant peu marquée. L'action de la chaleur obscure émise par une flamme de gaz est plus considérable que celle des rayons solaires; tandis que dans le premier cas 57 pour cent de l'effet produit était attribuable aux

[1] Godlewski, Versuche über die Athmung der Flechten. *Bericht über die Publicat. d. Akad. d. Wissensch. in Krakau*, I. Heft, 1876, Ref. *Bot.-Zeit.* 1876, p. 52.

[2] Wiesner, Untersuchungen über den Einfluss der Lichtes und der strahlenden Wärme auf die Transpiration der Pflanzen. *Botan. Zeitung* 1876, N° 32.

rayons obscurs, dans le second cas ce n'était que 21 pour cent.

S'appuyant sur le principe de la constance de la force, M. Wiesner explique l'accroissement de la transpiration des plantes vertes à la lumière, par l'absorption dans la chlorophylle, et la transformation des rayons lumineux en chaleur; la tension de la vapeur renfermée dans les espaces intercellulaires est ainsi augmentée et une partie est chassée au dehors. Trois observations différentes peuvent être citées à l'appui de ces vues: 1° Les plantes étiolées transpirent, toutes choses égales d'ailleurs, moins que les plantes qui renferment de la chlorophylle normale. 2° Les expériences faites dans le spectre solaire lui-même montrent que ce n'est pas dans la région la plus éclairante, mais dans les bandes d'absorption de la chlorophylle que leur transpiration est la plus active. 3° La lumière qui a traversé une solution de chlorophylle n'a plus que peu d'effet sur la transpiration, parce que ce sont précisément les rayons les plus actifs qui ont été absorbés dans le liquide.

L'auteur pense que ces faits donnent une explication satisfaisante du rôle physiologique des bandes d'absorption de la chlorophylle; sous l'influence des rayons lumineux la transpiration est activée, les mouvements des liquides dans le corps végétal sont accélérés, et cela dans les conditions les plus favorables à l'assimilation; cette fonction nutritive se trouve ainsi indirectement surexcitée. Peut-être est-ce dans cette direction qu'il faut chercher l'explication des observations que nous avons citées plus haut, dans lesquelles deux auteurs donnaient aux *rayons absorbés* un rôle prépondérant dans l'assimilation.

M. Edler[1] a également étudié la transpiration au point de vue des phénomènes physiques qui accompagnent cette fonction ou qui influent sur son cours. Il a commencé par examiner le rôle particulier des différentes parties aériennes des plantes et a reconnu d'abord que les couches subéreuses sont absolument imperméables, que les membranes cuticularisées ne peuvent laisser passer la vapeur d'eau qu'après avoir été modifiées par certains agents chimiques et que les lenticelles permettent une certaine évaporation dans les tissus entourés de membranes imperméables. Les rameaux sans feuilles transpirent à travers les stomates, les lenticelles et les fentes de l'écorce; dans les rameaux ligneux la quantité de vapeur d'eau exhalée diminue à mesure que l'organe vieillit, et que son diamètre augmente. Les cicatrices des feuilles tombées sont sans influence. Dans les organes succulents tels que les fruits, les tubercules, la transpiration est d'autant plus active qu'il y a plus de lenticelles développées sur l'épiderme. Quant aux feuilles, l'énergie de la fonction dépend de leur consistance plus ou moins délicate et du nombre de leurs stomates.

De ses recherches sur le cours même de la fonction, l'auteur conclut que la transpiration est un phénomène purement physique, régi par des agents physiques, et modifié seulement par l'intervention des forces intérieures de la plante, telles que l'assimilation, la tension des tissus, etc. Elle dépend en première ligne, de la quantité de vapeur d'eau que l'air peut absorber sans être saturé; dans ce sens, la température et les mouvements de l'air tendront à modifier son cours. Quant à la lumière, M. Edler

[1] K. Edler, Ausscheidung von Wasserdampf bei den Pflanzen. *Chem. Centralblatt*, 1875, p. 769.

n'a pas étudié spécialement son rôle comme M. Wiesner; il pense qu'en elle-même elle est sans action et que les rayons solaires n'agissent qu'en vertu de l'élévation de température qu'ils occasionnent, et par les courants d'air qui en sont la conséquence. Enfin l'auteur n'a constaté aucune périodicité de la transpiration indépendante des agents extérieurs.

L'influence des substances dissoutes dans l'eau sur le cours de cette même fonction a été étudiée jadis par Senebier[1], plus récemment par M. Sachs[2]. Les nouvelles expériences de M. Burgerstein[3] sur ce sujet intéressant confirment en partie les résultats obtenus par ses devanciers, les complètent à divers égards, et s'en écartent dans quelques points de détail. Elles étaient faites au moyen de jeunes plantes placées quelques jours après leur germination dans une éprouvette renfermant la solution à examiner. Toutes les précautions étaient prises pour éviter une déperdition d'eau par une autre voie que celle des feuilles, et la quotité transpirée était estimée au moyen de la diminution du poids de l'appareil. Comme les chiffres cherchés n'ont ici qu'une valeur comparative, l'influence des variations de température, de lumière, d'humidité de l'air, quelque grande qu'elle soit, peut être négligée, pourvu que les différentes éprouvettes soient placées dans les mêmes conditions. L'auteur a examiné d'abord l'influence des acides nitrique, oxalique, tartrique, carbonique sur la transpiration, et a trouvé

[1] Phys. végét. IV, p. 77.

[2] Landw. Vers. Stat. I, p. 203.

[3] A. Burgerstein, Untersuch. über die Beziehungen der Nährstoffe zur Transpiration der Pflanzen. *Sitzungsber. der K. Akad. der Wissen. Wien.* Mars 1876.

qu'en solutions diluées (0,25 à 1 pour cent) ils l'activent; elle est plus considérable dans l'eau acidulée que dans l'eau distillée. Les alcalis (potasse, soude et ammoniaque) au contraire en diminuent l'intensité. C'est ce qu'avaient déjà reconnu Senebier et M. Sachs. L'action des solutions de sels minéraux n'est pas tout à fait aussi simple; la quantité d'eau transpirée dépend à la fois de la nature du sel et de la concentration de la solution; d'une manière générale, elle augmente jusqu'à un certain degré de concentration (maximum favorable) et diminue au delà. Ce maximum est plus vite atteint pour les sels alcalins que pour les sels acides; les sels neutres sont intermédiaires. M. Sachs avait trouvé que presque toutes les solutions salines diminuent la transpiration; M. Burgerstein explique cette différence par les solutions trop concentrées qu'avait employées son prédécesseur.

Mais lorsqu'on introduit dans l'appareil des solutions de différents sels mélangés (solutions nutritives complètes) l'effet produit n'est plus le même; quelque faible que soit la concentration (abaissée jusqu'à 0,2 et 0,15 pour cent), la quantité d'eau transpirée a toujours été moindre que dans l'eau distillée. Ce résultat est assez remarquable et peut peut-être s'expliquer par le fait que dans une solution nutritive complète la plante s'accroît; une partie de l'eau qu'elle absorbe peut être retenue dans ses tissus comme *eau de constitution*. Il est vrai qu'en même temps la surface des feuilles augmente, et que la transpiration devrait augmenter, en même temps. Pour trancher la question, l'auteur se propose de faire de nouvelles expériences, dans lesquelles il estimera non plus la quantité d'eau qui sort de la plante mais celle qui pénètre par les racines.

Les solutions d'humus extraites du sol ont le même effet que les solutions nutritives salines.

M. F. Haberlandt[1] a fait une série d'expériences pour arriver à déterminer la quantité d'eau que certaines plantes cultivées (froment, seigle, orge et avoine) empruntent au sol pendant leur période de végétation pour la perdre ensuite par évaporation. Les jeunes plantes soigneusement arrachées étaient placées dans des éprouvettes calibrées; le niveau de l'eau était marqué au moyen d'un trait de diamant, et l'évaporation directe empêchée au moyen de tampons de coton. L'abaissement du liquide indiquait naturellement la quantité absorbée par les plantes. Pour embrasser toute la période de végétation, les échantillons étaient choisis à trois degrés différents de développement, avant la formation de l'épi, avant et après la floraison. Dans toutes ces expériences, les plus jeunes plantes ont transpiré plus que les secondes, et celles-ci plus que les troisièmes. Ce résultat est attribué par l'auteur au fait que plus une plante est jeune, plus le poids des racines (par conséquent les surfaces qui absorbent) est grand comparativement à celui des parties aériennes. Par exemple, chez le blé le rapport est pour les jeunes plantes 1 : 0,673, pour les secondes 1 : 4,943, pour les plus âgées 1 : 10,471 ; les chiffres sont analogues pour les trois autres espèces. Si donc les jeunes individus mélangés sur le terrain avec les plus âgés souffrent, cela ne vient pas de la proportion d'eau qu'absorbent ceux-ci, mais plutôt de l'ombre dans laquelle ils se trouvent maintenus.

Quant aux chiffres trouvés par M. Haberlandt comme résultat de ses expériences, nous ne pouvons naturelle-

[1] F. Haberlandt, Ueber die Transpiration der Gewächse, insbesondere jene der Getreidearten. *Landwirth. Jahrbücher von Nathasius u. Thiel,* vol. V, p. 63.

ment pas citer ici ses nombreuses tabelles, nous nous bornerons seulement à indiquer ceux qui ont une portée plus générale. Les quatre céréales examinées évaporent en 24 heures, pour 100 centim. carrés de surface pendant toute la durée de la végétation calculée à 90 jours :

Orge	3,794	grammes,
Blé	3,532	»
Seigle	2,849	»
Avoine	2,666	»

Mais si l'on combine l'énergie de la transpiration, avec la surface moyenne des plantes, on arrive à des résultats différents. Pendant toute la végétation, une plante d'avoine évapore 2277,76, une plante d'orge 1236,71, une plante de blé 1179,92 et une plante de seigle 834,89 grammes d'eau.

Si maintenant l'on cherche à estimer la perte d'eau sur une surface d'un hectare, en comptant un million de plantes, M. Haberlandt arrive aux chiffres suivants :

Seigle	834890	kilo.
Blé	1179920	»
Orge	1236710	»
Avoine	2277760	»

ce qui correspond à une chute d'eau pluviale respectivement de 83,5 millimètres, 118 millim., 123,7 millim. et 227,8 millim. Ces chiffres sont notablement plus faibles que ceux qu'ont trouvé d'autres observateurs et entre autres M. Risler. L'auteur de ces expériences les croit cependant exacts, surtout lorsqu'il les rapproche des chutes d'eau moyennes dans certaines contrées où la culture des céréales en question peut être encore tentée avec succès.

Le même auteur[1] a poursuivi ses recherches sur une série d'autres plantes cultivées en perfectionnant son mode d'expériences de manière à le rendre encore plus précis, soit dans la détermination de la quantité d'eau évaporée, soit dans les précautions prises pour éviter toute déperdition par la surface du liquide. Le fait le plus saillant qui ressort de ce second travail, c'est la grande influence qu'exerce sur la transpiration l'individualité de chaque plante. Quelque soin qu'on apporte pour avoir des sujets aussi semblables que possible, il y a toujours de l'un à l'autre des différences notables. Par exemple, dans une expérience spécialement destinée à prouver ce fait, l'auteur a choisi 9 plantes de seigle provenant du même semis, offrant une grande analogie dans leur développement ; toutes ont été placées dans des conditions parfaitement semblables; malgré cela l'une a offert un maximum de 7,081 grammes d'eau évaporée en 24 heures, par décimètre carré ; une autre un minimum de 2,053 grammes. La quotité moyenne pour les 9 plantes s'élevait à 4,689 grammes. D'autres expériences faites avec du *Polygonum fagopyrum* et quelques variétés de choux ont donné des résultats analogues, bien qu'avec un écart plus faible entre les valeurs extrêmes. Il n'est pas possible de donner de ces différences une explication plausible.

Quant aux nombreux chiffres que l'auteur a trouvés pour les 30 espèces de plantes cultivées qu'il a examinées et qui représentent la quantité d'eau dont chacune a besoin pour parcourir avec succès toutes les phases de son développement, nous ne pouvons naturellement pas les

[1] Fr. Haberlandt, Ueber die Grösse der Transpiration unserer Culturpflanzen. *Wissensch. Prakt. Untersuch. auf dem Gebiete des Pflanzenbaues,* vol. II, p. 146.

rapporter ici. Ils ont un véritable intérêt au point de vue pratique et peuvent être fort utiles, soit pour choisir les cultures les plus avantageuses dans tel terrain donné, soit pour expliquer l'insuccès de certaines tentatives [1].

(*A suivre.*)

[1] Nous n'avons pas pu avoir sous les yeux en temps utile deux publications de M. Burgerstein sur le même sujet : Einfluss äusserer Bedingungen auf die Transpiration der Pflanzen (Jahresber. d. Leopoldstädt. Obergymnasium, Wien), etc. Ausscheidung von Wasserdampf (Oest. Bot. Zeitschr.).

RECHERCHES

FAITES DANS LE

LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE

DE GENÈVE

III

Sur une nouvelle fonction du foie et effet de la ligature de la veine porte,

par M. le professeur SCHIFF.

En 1861 nous avons fait une série de recherches sur l'effet de la ligature de la veine porte chez les mammifères. Ces expériences publiées dans le premier volume de la *Neue Schweizerische Zeitschrift für Heilkunde*, ont conduit à un résultat curieux. Très-peu de temps (une demi-heure à deux heures) après la ligature rapide (et nous ne parlerons pas ici de l'occlusion lente qui ouvre une circulation supplémentaire) de la veine porte, les animaux se trouvent dans un état de dépression énorme, qui ressemble beaucoup à l'état produit par l'injection d'une substance narcotique très-active. Cet état fait des progrès rapides qui finissent avec la mort qui survient une à trois heures et demie après l'opération.

Après avoir fait la critique expérimentale de quelques hypothèses, qui s'offraient pour l'explication de ces faits, il ne nous restait qu'une seule probabilité. Nous devions

admettre que l'organisme des mammifères produit toujours, comme résultat de la métamorphose régressive de quelques-uns de ses tissus, une substance narcotique ou vénéneuse très-énergique, qui se détruit de nouveau dans le foie, auquel elle est conduite par la circulation veineuse. Après la ligature de la veine porte cette substance s'accumule dans le corps.

Nous ne nous sommes pas caché toutes les difficultés qui s'opposent à une telle hypothèse. Beaucoup d'auteurs après nous ont confirmé les faits que nous avions trouvés, aucun ne voulut admettre notre hypothèse.

Mais toutes les autres qui ont été proposées, et admises par quelques auteurs, n'expliquent pas les faits, ou se mettent même en contradiction avec les faits.

On a surtout beaucoup insisté sur l'hypothèse que la ligature de la veine porte, en empêchant le sang des viscères abdominaux de retourner dans la circulation, tue les animaux par une espèce d'anémie cérébrale aiguë. Cette théorie proposée pour la première fois en 1864, est mort-née.

Je n'ai jamais décrit, ni rencontré les convulsions dont parlent les auteurs de cette théorie et qu'ils comparent aux convulsions dans l'anémie aiguë, mais en revanche j'ai vu pendant tout le temps de la narcotisation une insensibilité, un défaut d'excitabilité, qui est le contraire de l'augmentation de l'excitabilité réflexe qu'on rencontre dans une certaine période de l'anémie aiguë [1]. D'ailleurs j'ai déjà dit dans ma première publication, et je peux le

[1] Une seule fois j'ai vu chez un lapin, au commencement des symptômes de la narcotisation, une hyperesthésie de la face qui ne fut que passagère.

confirmer aujourd'hui par de nouvelles expériences analogues, que les phénomènes de la narcotisation restent essentiellement les mêmes, si par une anastomose entre le système de la veine porte et de la veine cave, la ligature de la première ne produit ni anémie générale, ni accumulation du sang dans les organes abdominaux.

Pour rendre généralement admissible notre hypothèse de la production incessante d'un fort venin dans la circulation normale des mammifères, il faut prouver en premier lieu qu'un tel venin existe, et est rendu plus actif par la suppression de la circulation hépatique. Si l'on ne peut pas encore isoler la substance vénéneuse on doit au moins prouver que le sang veineux d'un animal mort après la ligature de la veine porte agit autrement et d'une manière plus délétère, que le sang veineux d'un animal mort dans d'autres circonstances, qui ne favorisent pas une accumulation de la substance hypothétique. Et pour appuyer notre théorie par des faits analogues on devrait démontrer que le foie est capable de détruire ou de décomposer d'autres substances narcotiques mieux définies, dont l'action est énergique et généralement reconnue.

La première de ces tâches est la plus difficile, et bien que depuis longtemps nous ayons cherché à satisfaire à la seconde, le défaut d'un nombre suffisant de chiens ou de chats vigoureux nous avait empêchés dans les dernières années de donner à nos expériences l'extension voulue.

Ayant enfin trouvé, après notre retour en Suisse, les matériaux nécessaires, nous nous sommes d'abord adressés à la *nicotine*. Nous avons été guidés dans ce choix par une observation faite par *Heeger* de Bruxelles, qui n'a pas

retrouvé dans le liquide retournant par les veines hépatiques l' deur de la nicotine, qu'il avait injectée dans la veine porte.

Tout le monde connaît l'action énergique et pour ainsi dire foudroyante de la nicotine bien préparée, action qui, déjà plusieurs fois, a été comparée avec celle de l'acide prussique.

Nous nous sommes procuré une nicotine très-légèrement jaunâtre, presque incolore, dont une goutte dans 4 c.c. d'eau, injectée dans le tissu cellullaire d'un chien sain, de 8 à 11 kilogr. suffisait pour amener la mort en peu de minutes. Chez les grenouilles $^1/_{30}$ d'une goutte était léthal si la substance était introduite dans un sac lymphatique.

Les expériences ont démontré :

1. Chez les chiens et chez les grenouilles, la nicotine même en dose double de celle qui est léthale dans le tissu cellulaire, introduite dans l'intestin, sans qu'elle puisse venir en contact ni avec la bouche, ni avec l'œsophage, ni avec la partie inférieure du rectum, ne tue pas, ne produit pas des phénomènes alarmants, pas de crampes, pas de convulsions. Après une demi-heure l'animal est bien portant.

2. Il en est de même pour les chiens chez lesquels on a extirpé les reins, pour empêcher l'élimination du poison avec les urines.

3. Une injection pas trop concentrée, dans les ramifications de la veine porte, dans la substance de la rate, dans les membranes de l'intestin, n'a pas plus d'effet.

4. Nous avons pu constater le fait trouvé par Moleschott, que les grenouilles peuvent vivre longtemps et sans

troubles après la ligature du foie ou de tous les vaisseaux hépatiques.

5. Une grenouille, dont le foie a été lié depuis quelque temps ou immédiatement avant l'expérience, meurt quand on lui injecte dans une anse intestinale $^1/_{50}$ de goutte de nicotine. La mort vient un peu plus tard qu'après l'injection de la même dose dans un sac lymphatique, parce que l'absorption prend plus de temps.

6. Si le foie est lié, une grenouille meurt après l'injection de $^1/_{80}$ de goutte dans un sac lymphatique, pendant qu'une grenouille saine survit à cette dose et ne montre pas de symptômes très-caractéristiques.

7. D'autres lésions ou ligatures ne diminuent pas la tolérance des grenouilles pour de faibles doses de nicotine.

8. Depuis longtemps j'ai montré comment on peut, chez les ovipares, augmenter la circulation du foie par la ligature des veines rénales afférentes. Nous devions supposer d'après notre hypothèse, qu'une augmentation de la circulation hépatique pourrait diminuer ou réduire l'action irritante ou léthale de la nicotine.

9. Les grenouilles, avec ligature des vaisseaux afférents des reins, supportent l'injection dans un sac lymphatique de $^1/_{20}$ et même $^1/_{15}$ de goutte de nicotine, sans signes évidents d'empoisonnement.

10. Dans les grenouilles préparées par la ligature de la veine rénale inférieure, il est indifférent que l'on fasse l'injection dans la partie postérieure du corps ou dans la moitié antérieure.

11. On triture dans un mortier le foie d'un lapin ou un gros morceau de foie de chien, pour produire une espèce de boue hépatique, auquel on ajoute 4 gouttes de

nicotine. On mêle rapidement et on exprime dans un linge le jus rouge, si ensuite on l'injecte dans le tissu cellulaire d'un petit chien, l'animal ne meurt pas et ne montre point de symptômes alarmants.

12. Quand, au lieu du foie, on prend les reins pour la même expérience, on obtient un grave empoisonnement.

13. Le suc des reins sans adjonction de poison n'a pas un tel effet.

14. Ces dernières expériences sont encore plus évidentes chez les grenouilles, si on fait l'injection dans un sac lymphatique. La perte d'une grande partie de la nicotine, pendant la trituration avec la substance des reins, n'est pas assez considérable pour empêcher la mort des grenouilles.

15. Toutes les expériences relatives à la ligature du foie dans les grenouilles, donnent le même effet quand on a fait seulement la ligature de la veine porte.

16. Chez les chiens, une ligature partielle et incomplète de la veine porte ne suffit pas pour rendre toxique la dose indiquée de nicotine injectée dans l'intestin.

17. On a dit souvent que l'organisme peut s'accoutumer en quelque sorte à l'action de la nicotine, et que la seconde dose (non léthale) agit moins que la première, la troisième moins que la seconde. Cette règle ne s'applique pas aux grenouilles, auxquelles, après que les effets d'une première ou seconde dose fractionnée sont passés, on lie le foie ou la veine porte. Dans ce cas la répétition d'une dose, même beaucoup plus petite que les premières peut devenir léthale. C'est donc là une expérience *à fortiori*.

Dans ces expériences avec la nicotine, le foie a détruit ses propriétés léthales, a empêché les convulsions, les

contractions fibrillaires, le tétanos et en général les symptômes que nous avons désignés comme *alarmants*. Mais certains autres symptômes moins graves sont restés et se sont montrés quand on a fait l'injection dans les ramifications de la veine porte. Ces mêmes symptômes existaient comme des traces légères quand l'introduction a été faite dans l'intestin, ou mélangé avec la substance hépathique, dans le tissu cellulaire. Ces symptômes consistent en :

a) Altération de la respiration qui devient presque immédiatement plus profonde, plus accélérée avec inspiration active. Ce symptôme disparaît déjà après 6 à 8 minutes et souvent plus promptement ;

b) Irrégularité (accélération) dans la fréquence du pouls. Elle vient après le symptôme *a)* et disparaît bientôt :

c) Disparition plus ou moins complète de la sensibilité tactile dans les 4 extrémités. Ce symptôme dure longtemps et n'a pas été noté jusque-là dans la littérature très-étendue de l'empoisonnement nicotique. La locomotion n'est pas entravée ni gênée par cette insensibilité qui ne s'étend pas à la sensation de la pression et de la douleur ;

d) Altérations dans l'œil (seulement quand la dose était forte et rapidement introduite);

e) Vomituritions et vomissement (ne viennent pas régulièrement et seulement quand la dose était forte) ;

f) Le nerf vague perd son influence arrestatrice sur les pulsations du cœur (ne dure pas longtemps) ;

g) Les oscillations, faussement dites respiratoires dans la pulsation cardiaque, disparaissent.

Avec tous ces symptômes, l'animal ne paraît pas très-

malade ; mais ils semblent indiquer que le foie ne détruit *qu'une partie* des symptômes produits par la nicotine, pendant qu'une autre partie persiste. *Le foie paraît produire une espèce de dédoublement des effets toxiques de la nicotine*, ce qui indique peut-être un dédoublement des substances actives, qui sont contenues dans l'alcaloïde, qui, comme on sait, n'a pas encore pu être obtenu dans l'état cristallisé.

Après beaucoup de tentatives pour trouver encore une autre substance narcotique, dont l'effet serait neutralisé dans le foie, nous avons reconnu dans l'*hyosciamine* un poison dont l'effet n'est pas seulement dédoublé, mais entièrement détruit par la circulation hépatique. M. le docteur Lautenbach qui nous avait proposé d'examiner cette substance sous le point de vue qui nous occupe, a fait avec elle dans notre laboratoire et en notre présence toutes les expériences sur des chiens et des grenouilles, que nous avons indiquées pour la *nicotine*. L'effet de ces expériences était tout à fait analogue à celui qui a été obtenu pour la nicotine ; analogue en tout ce qui concerne l'action neutralisante du foie. Pour l'hyosciamine appliquée chez les grenouilles, la différence de la tolérance selon que les veines rénales inférieures étaient liées ou non était encore plus grande que pour la nicotine. Les expériences comparatives avec le suc du foie et du rein broyés, réussissent encore mieux qu'avec la nicotine, qui est volatile et se décompose facilement. Tous les chiens soumis à l'hyosciamine broyée avec le rein moururent en peu de temps. La même substance toxique broyée avec le foie avait perdu ses propriétés léthales, même pour des grenouilles dont le foie était lié, chez lesquelles par conséquent la tolérance pour le poison était beaucoup diminuée.

Enfin je dois ajouter que chez un chien avec fistule biliaire on a pu constater, que l'injection de la nicotine ou de l'hyosciamine dans l'intestin augmente considérablement mais pour peu de temps la sécrétion de la bile.

La grande diminution de la tolérance pour ces poisons dans les grenouilles après la ligature du foie, nous fit espérer de pouvoir peut-être nous servir de ces grenouilles comme test physiologique de la présence d'une substance toxique dans le sang des chiens qui meurent après la ligature de la veine porte.

Si l'on considère qu'un chien de 9 kilogr. a à peu près 2 kilogr. de sang ($^2/_9$ de son poids), et que l'on ne peut injecter dans le sac lymphatique d'une grenouille que tout au plus 2 centimètres cubes de sang, on voit que la grenouille ne reçoit au moment de la mort du chien que la millième partie du venin qui suffit pour tuer ce dernier. Chez les poisons et les venins connus un millième de ce qui tue un chien n'agit guère sur une grenouille. On voit donc que nous pouvions à peine espérer de voir les traces les plus légères d'une action toxique, même chez les grenouilles qui ne peuvent pas être sauvées par leur foie. Néanmoins nous avons tenté l'expérience et nous n'avons pas à nous en repentir.

Les chiens de cette série d'expériences avaient vécu 45 à 68 minutes après la ligature de la veine porte et le réveil de l'éthérisation. Presque au moment de la mort on ouvre la cavité thoracique, et on prend du cœur droit 1 $^1/_2$ c. c. de sang, que l'on injecte immédiatement dans un sac lymphatique de grenouilles qui avaient déjà vécu plus ou moins longtemps avec ligature du foie. Après 20 minutes, grande dépression, quand elles sont excitées le mouvement est lent, quand on les élève verticalement elles

n'attirent plus les pattes postérieures, elles ne font pas de mouvements spontanés et se laissent coucher sur le dos sans se retourner immédiatement. Respiration avec de longues interruptions. Elles ne sautent plus; quand on les excite beaucoup elles marchent comme des crapauds. Dans quelques-unes, cet état disparut après quelques heures, dans d'autres il fit des progrès *jusqu'à la mort.*

Des expériences comparatives avec du sang veineux de chiens, morts sans interruption de la circulation hépatique, ne donnent point de résultats analogues. Les grenouilles paraissent saines, même longtemps après l'injection.

Le sang de chiens avec *occlusion lente* de la veine porte ne produit pas des symptômes chez les grenouilles.

Des expériences comparatives sur le sang de la veine jugulaire et le sang de la veine porte de chiens, mourant après la ligature de cette dernière, montrent essentiellement le même résultat.

Le sang de la veine porte de chiens, morts sans interruption de la circulation hépatique, n'a pas de propriétés toxiques pour les grenouilles.

Plus tard, j'espère pouvoir communiquer une autre série d'expériences sur le sang des chiens morts après la ligature de la veine porte.

Genève, 22 février 1877.

NOTE

SUR

QUELQUES OBSERVATIONS LIMNIMÉTRIQUES

FAITES A SÉCHERON

Par M. Ph. PLANTAMOUR

Au mois de mars 1874 j'ai établi contre le mur extérieur du port de ma campagne à Sécheron une échelle limnimétrique en fer, graduée en centimètres, plongeant dans l'eau, très-exactement repérée avec la plaque scellée au sommet de la pierre du Niton, et cela de la manière suivante. Sur le mur même, presque verticalement au-dessus de l'échelle se trouve scellé un repère en bronze, du nivellement de précision de la Suisse, n° 188, dont la cote par rapport à la plaque du Niton est + 0^m,1995. L'échelle a été ajustée de telle façon relativement à ce repère que le zéro est exactement à 3 mètres au-dessous de la plaque de la pierre du Niton. (Voyez Nivellement de précision de la Suisse, 5me livraison, page 358.)

Le premier but que je me proposais alors, était de déterminer la différence du niveau du lac ou la chute entre Sécheron et le limnimètre du grand quai à Genève, puis la hauteur du lac et les mouvements de hausse et de baisse accidentels ou seiches.

Je n'ai pas tardé à m'apercevoir que la lecture du limnimètre faite une fois par jour à une heure fixe, soit

midi, fournissait des données parfois très-inexactes sur la hauteur moyenne du jour. Il arrivait souvent qu'en examinant l'échelle à d'autres moments de la journée elle accusait des différences plus ou moins considérables, tantôt en plus, tantôt en moins et s'élevant exceptionnellement jusqu'à plus de 20 centimètres.

Quelle lecture fallait-il choisir ? Je commençai par observer trois à quatre fois aux mêmes heures entre 9 heures du matin et 3 heures du soir et la moyenne me donnait approximativement la hauteur du lac à midi. Mais cela ne suffisait pas encore, les résultats ne me paraissaient pas assez d'accord avec la réalité, de sorte que je me décidai à observer d'heure en heure et plus tard de demi-heure en demi-heure.

De cette manière j'ai obtenu assez exactement la hauteur moyenne du lac à midi. Malheureusement les lectures du limnimètre à flotteur du Grand-Quai à Genève ne se font qu'une ou deux fois par jour. En prenant les moyennes de plusieurs jours et en les comparant avec mes résultats, on trouve que lors des basses eaux la pente entre les deux limnimètres est de 1 à 1 $^1/_2$ centimètre qu'elle augmente à mesure que le lac monte et que pendant les hautes eaux elle est de 8 à 9 centimètres.

Tandis que ces observations se poursuivaient à Sécheron, M. le professeur Forel en faisait de son côté, et depuis bien longtemps, à Morges, et était conduit à constater que la surface du lac est dans un état d'oscillation ou de balancement plus ou moins prononcé mais presque constant et en général régulier. A Sécheron rien de pareil ne pouvait être déduit des observations, au moins quant à la régularité, et je dois ajouter que j'étais plutôt porté à admettre une grande irrégularité.

Au mois de mars de l'année dernière, M. Forel réussit à établir à Morges un limnimètre à flotteur enregistreur de son invention dont il a publié la description. Cet appareil ingénieux, simple et fonctionnant à souhait, vint apporter une confirmation éclatante et irréfutable de la constance, de la régularité, de l'isochronisme, si l'on peut s'exprimer ainsi, des oscillations du lac. Il me fallut bien admettre que les choses se passaient ainsi à Morges, mais à Sécheron il en était autrement.

Mais voici qu'à la fin de décembre 1876 des mouvements plus grands que d'habitude se manifestent à Sécheron et me déterminent à observer mon limnimètre de quart d'heure en quart d'heure et parfois de cinq en cinq minutes pendant une douzaine de jours, puis de tracer la courbe des oscillations.

Dès lors tout change : plus je multiplie les observations et évite de laisser échapper des hauteurs intermédiaires, plus j'obtiens des courbes régulières offrant l'isochronisme découvert par M. Forel. La durée d'une oscillation complète ou le temps qui s'écoulait entre deux maxima ou deux minima consécutifs était approximativement de cinq quarts d'heure.

Dans la première quinzaine de janvier de cette année, pendant laquelle le lac calme en apparence éprouvait un balancement assez considérable, M. Forel est venu passer à Genève une partie des journées du 5 et du 9 pour étudier les oscillations accusées par le limnimètre du Grand-Quai, tandis que son enregistreur travaillait de son côté à Morges. En comparant les observations de M. Forel et les miennes avec le tracé de son enregistreur et tenant compte de l'heure, il ressort que la durée de l'oscillation est de 73 minutes aussi bien à Genève qu'à Morges

quelle que soit l'amplitude de l'oscillation, que cette dernière est 10 à 12 fois plus grande à Genève qu'à Morges, et que le mouvement est simultané, mais exactement renversé, de telle façon que lorsque l'eau est à son maximum de hauteur à Genève elle est au minimum à Morges et vice versâ. M. Forel en a naturellement conclu que le nœud ou point mort du balancement n'est pas à Morges mais un peu plus près de Genève, aux environs de St-Prex.

En attendant des informations plus complètes qui résulteront de l'établissement d'un plus grand nombre d'appareils enregistreurs (celui de Sécheron sera terminé prochainement), on peut se représenter que le lac bascule sur le point mort comme une planche en équilibre sur son centre. Ce mouvement de bascule de la surface du lac a lieu avec plus ou moins d'amplitude quand la surface est unie comme une glace aussi bien que lorsqu'elle est agitée par le vent. Les irrégularités ou perturbations du mouvement qu'accusent les courbes tiennent probablement à des oscillations transversales qui interfèrent et à d'autres causes qui surgissent ou interviennent en exerçant des actions secondaires sur une surface si mobile et impressionnable et qui ne sont pas encore suffisamment étudiées.

La ou les causes qui donnent naissance au balancement de l'eau du lac ne sont pas encore parfaitement déterminées : les deux principales mises en avant sont des différences de pressions barométriques aux deux extrémités du lac et des secousses de tremblements de terre plus ou moins éloignées. Tandis que des oscillations d'une amplitude de quelques centimètres peuvent être attribuées à une différence de pression, on éprouve quelque hésitation

à assigner à la même cause des amplitudes de $1^m,50$ (3 août 1763) et de plus de 2 mètres (2-3 oct. 1841). Pour ces grands mouvements dont l'amplitude atteint un maximum dès les premières oscillations et décroît ensuite pendant plusieurs jours, on est plutôt porté à admettre l'intervention d'une secousse de la terre.

A cette occasion je dois aussi mentionner le fait que le 15 décembre 1876, au milieu du jour, tandis que le limnimètre de Sécheron se maintenait à une hauteur assez constante, celui du Grand-Quai était de 9 $^1/_2$ cent. plus élevé, et que des personnes qui se trouvaient à ce moment à l'entrée du port ont vu l'eau du port refluer dans le lac entre les jetées. Il est impossible d'attribuer cette anomalie à des différences de pressions barométriques.

Avec des enregistreurs qui traceront exactement tous les mouvements de la surface et l'heure à laquelle ils ont lieu, il n'y aura plus qu'à consulter les observations barométriques des différentes stations riveraines du lac et prendre note de toutes les secousses de tremblements de terre que rapportent les journaux pour que la comparaison de ces données mette cette question en lumière.

Quant au terme de *seiche* il me semble qu'il ne faut le conserver que pour les grands et rares mouvements pour lesquels il a été créé, à une époque où le balancement continuel et d'intensité variable était totalement ignoré.

NOUVELLES ÉTUDES

SUR

LE CLIMAT DE GENÈVE

PAR

M. le prof^r E. PLANTAMOUR

(Analyse par M. le professeur Gautier.)

Premier article.

On doit reconnaître que, depuis un certain nombre d'années, les travaux en météorologie ont pris un très-grand développement, principalement en Europe et aux États-Unis d'Amérique. Le nombre des observateurs et des stations dans chaque pays s'est énormément accru. Des Sociétés spéciales et des Congrès météorologiques se sont organisés, de grandes publications ont été entreprises, des Bulletins internationaux se généralisent, et permettent d'annoncer, un peu à l'avance, les circonstances atmosphériques probables. De nouveaux observatoires météorologiques s'établissent sur de hautes montagnes, et des ascensions aérostatiques permettent aussi d'étudier de temps en temps les couches supérieures de l'atmosphère terrestre.

La Suisse a, depuis longtemps, donné lieu à d'intéressantes recherches de ce genre, et Genève est une des stations qui compte le plus grand nombre d'années d'ob-

servations régulières. Guillaume-Antoine Deluc, frère du célèbre auteur des *Recherches sur les Modifications de l'atmosphère,* y commença en 1768, dans sa maison située au haut de la rue de la Cité, et y poursuivit jusqu'en 1800, avec de courtes et rares interruptions, des observations thermométriques et barométriques faites avec soin[1]. Des observations du même genre, encore plus complètes, ont été faites en 1778 par M. le professeur Marc-Auguste Pictet, et par M. Senebier au collége, de 1782 à 1789. Mais c'est depuis la fondation, en 1796, à Genève, de la *Bibliothèque Britannique,* qu'a commencé la publication dans ce Recueil d'une série d'observations météorologiques non interrompues, continuée depuis 1816 dans la *Bibliothèque Universelle,* puis dans les *Archives* scientifiques de ce dernier Recueil, ce qui constitue maintenant un total non interrompu de 81 ans d'observations. J'ai donné quelques détails sur toutes les anciennes observations depuis celles de Deluc, dans une Notice publiée en janvier 1843 dans la *Bibliothèque Universelle,* et M. le professeur George Maurice, qui en a calculé les tableaux mensuels pendant bien des années, a publié en 1837, dans le t. VIII de ce Journal, un résumé des dix années 1826 à 1835, où les observations se faisaient, sous sa direction, près le bastion du Pin, assez près de l'ancien et du nouvel observatoire astronomique, situés dans le bastion de St-Antoine, à peu de chose près à la même hauteur et à la même exposition.

[1] Ces observations sont restées manuscrites, mais les résultats moyens thermométriques en ont paru, soit dans un mémoire de M. Georges Picot inséré dans le t. X de ceux de notre Société de physique, soit dans un mémoire de M. Dove contenu dans le volume de ceux de l'Académie de Berlin pour 1838.

M. le professeur Plantamour, après m'avoir succédé dans la direction de l'observatoire, s'y chargea aussi de celle des instruments météorologiques qui y furent établis, de la publication mensuelle des observations et de celle des résumés annuels. C'est le concierge de l'observatoire, ingénieur mécanicien, auquel fut remis, sous l'inspection du directeur, la charge de faire et de noter les observations. Arrivé à la fin de 1860, M. Plantamour entreprit un premier travail sur le climat de Genève, qui parut en 1863. Il était fondé sur les 35 années d'observations de température de l'air, des vents et de la pluie comprises entre 1826 et 1861, sur celles du baromètre depuis 1836, sur celles de l'état hygrométrique de l'air depuis 1849, et sur la température du Rhône depuis 1853.

En 1867, il a publié, dans le t. XIX de ceux in 4° de notre Société de physique et d'histoire naturelle, un mémoire sur la marche de la température par périodes de 5 en 5 jours, les pentades de Dove, pendant les 40 années 1826 à 1865.

Plus récemment, M. Plantamour a jugé à propos de joindre les 15 dernières années 1861 à 1875 aux 35 premières, pour étudier les modifications introduites par leur adjonction, soit dans le chiffre des moyennes, soit dans la grandeur et la loi des écarts.

Ce dernier travail considérable, qui occupe 261 pages in-4° de la seconde partie du t. XXIV des Mémoires de la même Société, constitue une monographie approfondie de notre climat et de sa variabilité, et il présente une véritable importance, par le soin minutieux avec lequel tous les éléments de ce climat y sont successivement étudiés. Il est évident que je ne pourrai entrer ici dans de grands

détails à ce sujet. Je me bornerai à un simple exposé analytique du contenu et des résultats de chacun des 6 chapitres du mémoire, relatifs à la température, à la pression atmosphérique, à l'état hygrométrique de l'air, aux vents, à la nébulosité et à la pluie. Je comparerai aussi les valeurs obtenues de quelques-uns des éléments météorologiques dans ces 50 dernières années, avec celles résultant d'observations plus anciennes.

Le premier chapitre du nouveau Mémoire, relatif à la température, en occupe 101 pages et contient une multitude de tableaux divers; il fera l'objet de ce premier article.

L'auteur s'occupe d'abord de la *variation diurne* de la température. Il rapporte le tableau des températures moyennes de chaque mois pendant les 15 dernières années, de 1861 à 1875, observées aux heures paires du jour et de la nuit, sauf à minuit, 2 heures et 4 heures du matin, où elles ont été obtenues par la formule d'interpolation calculée pour chaque mois. Il y a joint les *maxima* et *minima* moyens et absolus en chaque mois, et la comparaison des moyennes d'heure générales en chaque mois résultant des 15 dernières années, des 35 premières, des 50 années et de la formule d'interpolation. Le chiffre des différences s'écarte peu de ce qui avait été obtenu dans le premier travail. La demi-somme des *maxima* et des *minima* diurnes accusés par les thermométrographes est toujours un peu supérieure à la moyenne des 24 heures, d'une quantité variant de mois en mois.

L'auteur recherche ensuite la *variation annuelle* de la température, d'après les moyennes mensuelles de 1826 à 1875.

Les divergences considérables, surtout dans les mois

d'hiver, que manifeste le tableau de ces moyennes pour la température du même mois d'une année à l'autre, montrent à quel point les circonstances accidentelles peuvent modifier cet élément à la même époque de l'année. C'est ainsi que la température moyenne de janvier a été, en degrés centigrades : de + 5°,34 en 1834 et de — 6°,30 en 1830 ; et celle de juillet de 22°,26 en 1859 et de 16°,22 en 1840 ; les valeurs moyennes générales de ces deux mois étant de — 0°,08 en janvier et de + 18°,81 en juillet. Les 15 dernières années donnent une proportion un peu plus forte de mois très chauds, et moins forte de mois très froids : mais le mois de décembre y présente les deux extrêmes des 50 années, savoir + 6°,98 en 1868 et — 4°,51 en 1871, la moyenne générale de ce mois étant de + 0°,80.

Les moyennes générales de saisons pour les 50 années, en commençant l'hiver en décembre de l'année précédente, sont :

pour l'hiver	+	0°,75
» le printemps		8,92
» l'été		17,85
» l'automne		9,70

d'où résulte pour la moyenne annuelle 9°,345 avec un écart probable de ± 0°,334.

L'auteur examine ensuite les moyennes mensuelles de la température, subdivisées par périodes de 5 en 5 ans, ou par *lustres*, et il compare aussi, sous le rapport de la variabilité, les résultats des 35 premières années et de la période entière de 50 ans. Sans pouvoir entrer à ce sujet dans plus de détails, je rapporterai seulement la conséquence qu'il tire de ces recherches, savoir que la prédominance des circonstances accidentelles tendant à modifier

la température dans un certain sens se prolonge quelquefois pendant une grande partie de l'année, et même pendant plusieurs années consécutives. Il en résulte que les températures moyennes des différentes années d'une même série, ou de différentes séries d'années, diffèrent entre elles d'une quantité supérieure à celle que lui assigne le calcul des probabilités, d'après les écarts sur les mois pris individuellement, ou d'après ceux sur les années.

M. Plantamour étudie ensuite, fort en détail, la *variation annuelle de la température* d'après les moyennes des *pentades,* soit des observations faites de 5 en 5 jours consécutifs.

Comme il les avait déjà rapportées pour les 40 années 1826 à 1865 dans son précédent travail, qui lui donnait une variation de $\pm$ 2°,21 entre 2 pentades consécutives, il ne les donne ici que pour les 10 dernières, en indiquant aussi les moyennes par périodes de 5 ans.

Les écarts d'une année à l'autre sont alors fort supérieurs à ceux des moyennes mensuelles, les différences extrêmes s'élèvent à 18 ou 20 degrés en hiver, et sont moindres de moitié en été.

Cependant le rapport des écarts des pentades à ceux des mois entre eux n'est pas aussi grand qu'on pourrait le supposer, l'influence des circonstances accidentelles, exercée dans le même sens, se prolongeant souvent pendant un temps assez long.

L'auteur donne les tableaux comparatifs des températures moyennes de chaque pentade et de leur erreur moyenne, soit dans la première série de 40 ans, soit dans la série entière de 50, ainsi que les différences entre les deux moyennes et les différences probables. On voit

ainsi que l'adjonction des dix dernières années a élevé d'un dixième de degré la température moyenne annuelle.

Les valeurs moyennes de la température pour les 73 pentades, pendant les 50 années, peuvent servir à déterminer, par la méthode des moindres carrés, les constantes entrant dans la formule qui représente la variation annuelle de la température. Le premier terme de cette formule, ou la moyenne annuelle, est de 9°,347, et l'écart probable pour une époque M a pour premier terme constant 1°,828.

La série des 50 années donne :

Le *minimum* annuel, du 9 au 10 janvier, de — 0°,325 :
Le *maximum* annuel, du 22 au 23 juillet, de 18°,897.

Durée de la période d'accroissement 194 jours,
» » » » de décroissement 171 »

Dans la série des 40 années, le *minimum* était arrivé un jour plus tard, et le *maximum* un jour plus tôt.

L'examen des différences entre les températures observées et les températures calculées par la formule, conduit M. Plantamour à l'étude d'une intéressante question : celle de savoir s'il est possible de représenter par une formule périodique, ou par une courbe, la marche réelle de la température dans le courant de l'année, ou bien si l'on doit admettre avec quelques météorologistes, feu M. Charles Sainte-Claire-Deville entre autres, qu'à certaines époques de l'année le retour régulier, pour ainsi dire, des mêmes circonstances accidentelles amène des écarts systématiques, tendant à élever la température pendant un petit nombre de jours consécutifs, ou à l'abaisser à d'autres époques ?

Or, en faisant porter les recherches sur une série d'an-

nées plus longue, non-seulement les différences entre les températures observées et calculées diminuent, mais elles diminuent dans une proportion plus forte que celle qui est donnée, soit par le nombre des années, soit par le rapport des erreurs moyennes, tandis que, d'après la théorie de M. Deville, les différences devraient être plus nettement accusées dans une série plus longue. La formule représente la température de la très-grande majorité des pentades avec des écarts plus faibles que l'incertitude sur les chiffres observés.

L'adjonction de 10 années seulement ayant suffi pour modifier la moyenne de 40 années de quantités variant, pour les différentes pentades, entre les limites de + 0°,52 et de — 0°,45, on ne saurait nier la possibilité qu'une longue prolongation des observations amenât de plus fortes modifications et des écarts plus prononcés. Dans ce cas, il faudrait bien admettre l'existence de causes produisant des anomalies systématiques dans la marche normale et régulière de la température, telles que des chaleurs ou des froids exceptionnels en certains jours. Mais M. Plantamour regarde cette conclusion comme prématurée, du moins en ce qui concerne les observations faites à Genève. Le retour à peu près constant de froids exceptionnels du 10 au 12 mai, à l'époque où l'on place les Saints de glace, ne lui paraît, entre autres, point confirmé par les observations de Genève dont il s'est occupé. On trouve bien alors, pour une, ou même pour plusieurs années consécutives, un abaissement anomal de la température à cette époque, mais il se trouve d'autres années où il y a, au contraire, alors une élévation, et en 50 ans ces écarts se compensent presque complétement. « Les retours de froid au printemps et au commencement de l'été, qui

sont, dit-il, dus en grande partie aux débâcles des glaces polaires, ne sont nullement astreints à des dates fixes; ils se présentent bien chaque année, mais à des époques différentes, et ils ont pour conséquence de ralentir, dans cette saison, l'accroissement de la température, ce qui donne lieu à l'inégalité entre la période d'accroissement et celle de décroissement. »

L'auteur étudie ensuite, en grand détail, et à l'aide de nombreux tableaux, les écarts probables des pentades relativement aux valeurs normales données par la formule. Il indique les pentades les plus froides et les plus chaudes de chaque année, en y joignant la température moyenne annuelle. Dans le cours des 50 années, la température de la pentade la plus froide a oscillé entre les extrêmes de — 12°,87 en 1838 et de — 0°,28 en 1863, la valeur moyenne étant de — 5°,78. Il y a 3 années où il n'y a eu qu'une seule pentade à température moyenne au-dessous de 0, savoir 1863, 1866 et 1872, tandis qu'il y en a eu 16 au-dessous de 0 en 1871. L'époque où tombe la pentade la plus froide a oscillé entre les limites du 2 au 6 décembre et du 15 au 19 février, soit dans un intervalle de $2^1/_2$ mois.

Les extrêmes de chaleur pour une pentade sont 24°,98 en 1857 et 19°,38 en 1841. Il y a 3 années, 1840, 1841 et 1843, pour lesquelles la température de la pentade la plus chaude n'a pas atteint 20°, tandis qu'en 1834 ce chiffre a été dépassé pour 12 pentades. Le *maximum* a oscillé entre celle du 10 au 14 juin et celle du 29 août au 2 septembre, soit dans un intervalle de 80 jours.

M. Plantamour examine alors les températures moyennes annuelles déterminées par les pentades.

La comparaison de chaque année avec la moyenne des

50 années qui est de 9°,345 donne 26 écarts négatifs et 24 positifs. Les valeurs extrêmes sont 10°,99 en 1834 et 7°,85 en 1851, ce qui donne un peu plus de 3 degrés de différence.

De 1826 à 1834	on rencontre	2	années froides et	7 chaudes
» 1835 à 1860	»	22	»	4 »
» 1861 à 1875	»	2	»	13 »

Les années les plus froides sont :

	°
1829	8,17
1838	8,37
1847	8,36
1850	8,48
1851	7,85
Moyenne des 5	8,25

Les années les plus chaudes sont :

	°
1828	10,36
1834	10,99
1862	10,43
1866	10,28
1868	10,56
Moyenne des 5	10,52

On ne peut trouver la moindre trace de périodicité dans le retour de ces *minima* et de ces *maxima*, dont la moyenne coïncide presque exactement avec la moyenne générale. Mais la comparaison des moyennes des lustres, ou périodes de 5 ans, donne un écart positif pour les deux premiers, négatif pour les cinq suivants, et positif pour les

trois derniers; ce qui montre qu'il peut y avoir prédominance d'années chaudes à une époque, et d'années froides à une autre.

J'ai rapporté, dans ma *Notice* de janvier 1843 citée plus haut, les températures moyennes, de 10 en 10 ans, observées à Genève, à partir de 1768 jusqu'en 1797 par Deluc, et de 1796 à 1825 sous la direction de la *Bibliothèque Universelle*. J'avais auparavant, après discussion, fait aux moyennes de Deluc une correction soustractive de 0°,6 de Réaumur, pour rendre ces observations comparables à celles faites en dehors des rues de Genève.

En les réduisant de degrés de Réaumur en degrés centigrades, elles donnent, d'après les observations de Deluc, les moyennes suivantes :

de 1768 à 1877	9°,54	centigrades
de 1778 à 1787	9,84	»
de 1788 à 1797	8,03	»

Celles publiées dans la *Bibl. Univ.* donnent :

de 1796 à 1805	9°,97	centigrades
de 1806 à 1815	9,71	»
de 1816 à 1825	9,56	»

Ces séries d'observations, faites dans des localités et avec des instruments différents de celles dont s'est occupé M. Plantamour, ne leur sont pas tout à fait comparables ; mais elles font voir des oscillations de valeurs un peu analogues.

Celles de Deluc paraissent indiquer, en moyenne, un léger réchauffement dans les 30 premières années, tandis que

celles de la *Bibl. Univ.* manifesterait plutôt un léger refroidissement dans les 30 années suivantes.

Les années les plus froides et les plus chaudes sont:

dans la 1re série 8°,62 en 1785; 10°,57 en 1772 et 1793,
dans la 2de série 8°,05 en 1824; 11°,0 en 1806.

La moyenne générale, à laquelle la discussion m'amenait alors pour les deux séries, ainsi que pour les observations de Pictet, de Senebier, et pour celles de la *Bibl. Univ.* de 1826 à 1842, soit en 76 années consécutives, était de 9°,56 cent.

M. Plantamour a examiné, dans son 4me paragraphe, les températures extrêmes accusées par les thermométrographes de 1826 à 1875, et il a donné le tableau des *maxima* et *minima* mensuels moyens et absolus résultant de ces 50 années d'observations.

L'amplitude de l'excursion entre le *maximum* et le *minimum* mensuel moyen varie de 11°,7 en juillet, à 5°,4 en décembre, tandis qu'elle est pour les *maxima* et *minima* absolus de 24°,1 en mai et de 20°,4 en novembre, les variations accidentelles de la température étant beaucoup plus fortes en hiver qu'en été.

L'auteur a calculé, d'après ces valeurs mensuelles, la formule périodique représentant la variation des extrêmes de température dans l'année, et ces 2 formules les donnent très-exactement, soit pour le *minimum*, soit pour le *maximum*.

Le *minimum* de janvier est de — 10°,8; celui de juillet + 7°,9; le *maximum* de janvier est de + 11°,0; celui de juillet 31°,5.

Le tableau des *minima* et *maxima* absolus de chaque année donne pour les extrêmes dans ces 50 ans :

— 25°,3 observés le 15 janvier 1838
et + 36°,4 » le 6 juillet 1870.

Ceux qui s'en rapprochent ensuite le plus sont : — 23°,3 le 21 décembre 1859 et + 36°,2 le 30 juillet 1827.

Les moyennes générales sont :

pour le *minimum* absolu — 13°,27 le 15 janvier
» *maximum* » + 32°,51 du 20 au 21 juillet.

Ce qui donne une amplitude moyenne de 45°,78.

L'époque de ces *minima* a oscillé entre le 20 novembre et le 5 mars. L'époque des *maxima* a oscillé entre le 14 juin et le 23 août.

L'auteur examine, dans le paragraphe suivant, quel a été le nombre des jours où le thermomètre s'est abaissé au-dessous de 0, et ceux où il ne s'est pas élevé au-dessus de 0 ; c'est-à-dire le nombre de jours froids ou très-froids. Il y en a eu, en moyenne annuelle, 90,7 de froids et 20,6 de très-froids ; mais ces nombres ont été très-variables d'une année à l'autre. Ainsi, il y a eu, en décembre, 4 années où il y a eu gelée tous les jours, tandis qu'il n'y en a eu que 4 jours en 1868 ; la moyenne est de 20,7. Il y a eu 24 jours très-froids en décembre 1871, tandis que le nombre moyen est de 7.

En janvier, le nombre moyen des jours froids a été de 23,3 ; celui des jours très-froids de 9,2. Mais, en 1830, il y a eu 26 de ces derniers, tandis qu'il n'y en a eu aucun dans 6 autres années.

En février, nombre moyen de jours froids 19,1 ; de jours très-froids 3,3. Il n'y a point eu de ces derniers

dans 12 années, et il y en a eu 14 en 1842. En 1834 et en 1863, il n'y a pas eu un seul jour très-froid en hiver, tandis qu'il y en a eu 48 en 1830.

En mars, le nombre moyen de jours de gelée a été de 13. Sur les 50 années, il n'y a eu que 26 jours, ou $^1/_{60}$, où le *maximum* ne se soit pas élevé jusqu'à 0.

En avril, il n'y a eu, en moyenne, que 3,2 jours de gelée. Ce nombre de jours a été, cependant, de 10 en 1834 et en 1838.

En mai, il n'y a eu, sur les 50 années, que 15 jours de gelée, soit moins de 1 sur 100.

Les jours froids reviennent avec le mois d'octobre. Le nombre *maximum* en a été de 8 en 1830 et en 1843, et il a été nul pour 20 années.

Enfin, en novembre, il y a eu, en moyenne, 9,5 jours de gelée. Le *maximum* a été de 21 en 1827 et le *minimum* de 1 en 1846 [1].

M. P. considère à part, l'époque des dernières gelées du printemps et des premières gelées de l'automne, époque qui a de l'importance pour les récoltes.

Cette époque ne coïncide pas tout à fait avec celle des dernières ou des premières gelées blanches; celles-ci peuvent avoir lieu sans que le *minimum* descende au-dessous de 0, par le fait d'un refroidissement causé par l'évaporation, qui ne se présente pas pour un thermomètre dont la boule reste toujours sèche, et est garantie contre l'effet direct de la radiation du sol.

D'après le tableau que donne l'auteur des dernières

[1] D'après les observations de Deluc, il y a en moyenne à Genève par année 53 jours de gelée à 8 heures du matin. Le plus grand froid qu'il ait noté est celui de — 17° R. (— 21°,25 c.) observé le 25 janvier 1795 à la machine hydraulique sur le bord du Rhône.

vraies gelées aériennes du printemps, et des premières d'automne, le 19 avril est la date moyenne de la dernière gelée du printemps, qui oscille en général entre le 9 et le 29 de ce mois-là, mais qui a eu lieu, en 1848, dès le 20 mars, et seulement le 25 mai en 1867.

La dernière gelée est arrivée, dans les 50 années: 6 fois en mars, 32 fois en avril et 12 fois en mai.

Quant à la première gelée de l'automne, sa date moyenne est le 29 octobre. La plus hâtive a eu lieu le 30 septembre, en 1843, et la plus tardive le 25 novembre, en 1853.

Température du Rhône.

Le paragraphe 7 et dernier de la partie du travail de M. Plantamour relative à la température, a pour objet celle du Rhône, observée chaque jour, entre midi et une heure, à son issue du lac de Genève, depuis 1853. Le thermomètre y est plongé, à un mètre au-dessous de la surface de l'eau, en un endroit , à la hauteur du pont des Bergues, où le courant est déjà très-sensible, et où l'eau a au moins deux ou trois mètres de profondeur, même dans les basses eaux de l'hiver. A la profondeur d'un mètre, la variation diurne de la température doit être à peine sensible ; et comme l'heure choisie est celle à laquelle elle doit être à peu près égale à la moyenne diurne, on peut regarder l'unique lecture de la journée comme différant très-peu de la moyenne des 24 heures. La différence de température d'un jour à l'autre dépasse rarement un degré.

Suit le tableau, mois par mois, des températures moyennes du Rhône de 1853 à 1875, de leurs *maxima* et *minima* mensuels, et de leurs moyennes générales. Ce

tableau est très-curieux à examiner, par la grande différence qu'il manifeste entre la variabilité de la température de l'eau comparée à celle de l'air. L'hiver, qui est la partie de l'année où la température de l'air varie le plus, soit dans le courant d'un mois, soit d'une année à l'autre pour le même mois, est la saison où l'on trouve le plus de constance dans la température de l'eau, toutes les variations accidentelles y étant beaucoup plus fortes en été.

Dans un second tableau, l'auteur a rapporté avec les températures moyennes mensuelles, les différences entre les extrêmes d'un même mois, et les écarts extrêmes des moyennes mensuelles en 23 ans, ainsi que les écarts moyens et les écarts probables. Il en résulte que, de novembre à avril, les températures de l'eau ne varient pas de plus de 3°,31, en moyenne, dans le courant d'un mois, d'un extrême à l'autre, et même seulement de 2°,04 en janvier, tandis que l'amplitude moyenne de variation mensuelle est de 8°,33 de mai à octobre, et même de 10°,6 en juillet.

Il peut se produire en été un abaissement de température de plusieurs degrés au bout d'un jour ou deux, qui peut aller de 8 à 10 degrés, sans qu'on en observe un correspondant dans la température de l'air. Cela a lieu dans le cas d'un fort vent du sud, qui refoule les couches superficielles vers l'extrémité supérieure du lac; ces couches étant en été beaucoup plus chaudes que les plus profondes, ce refoulement fait écouler l'eau du lac par ces dernières qui sont plus froides. Aussitôt que le vent du sud cesse, la température de l'eau remonte, lors même que celle de l'air s'abaisserait.

L'inégalité de température des différentes couches étant

beaucoup moindre en hiver, cet effet ne se produit pas dans cette saison. A la suite d'une série de jours très-froids en hiver, quand la température des couches superficielles s'est refroidie au-dessous de 4°, et qu'elle est inférieure à celle des couches placées au-dessous, un fort vent du nord, qui refoule vers l'issue du lac ces couches superficielles, occasionne les *minima* très-bas que l'on trouve quelquefois; tels que ceux de 0°,9 en février 1854, de 1°,7 en décembre 1853, de 1°,8 en janvier 1855 et février 1865. En été, un fort vent du nord a plutôt pour effet d'élever la température de l'eau, parce qu'il refoule les couches superficielles plus chaudes vers l'issue du lac.

La variabilité produite par les circonstances accidentelles, et accusée par l'écart probable, ou par les écarts extrêmes, est à peu près le double en été qu'en hiver, tandis qu'elle est notablement moindre pour la température de l'air. Aussi l'incertitude sur les moyennes mensuelles pour l'eau en été est-elle plus forte alors, à peu près dans le rapport du double au simple.

M. Plantamour a désiré déterminer pour les eaux du Rhône, comme il l'a fait pour l'air, les constantes de la formule périodique représentant la variation annuelle de la température, en appliquant aux moyennes mensuelles une correction pour obtenir la température de 12 époques équidistantes.

Je vais comparer les valeurs mensuelles ainsi obtenues pour l'eau, avec celles résultant des 50 années d'observations de la température de l'air.

	TEMPÉRATURE MOYENNE de l'air	de l'eau
Janvier	— 0°,19	+ 5°,06
Février	+ 1,58	4,92
Mars	4,73	6,14
Avril	9,14	8,88
Mai	13,39	11,82
Juin	16,99	15,50
Juillet	18,93	18,24
Août	17,98	18,73
Septembre	14,67	17,10
Octobre	9,82	13,98
Novembre	4,44	9,54
Décembre	0,66	6,53
Moyenne annuelle	9,34	11,37

Avant de comparer entre elles ces valeurs, on doit remarquer que celles de l'air sont fondées sur 50 années d'observations, celles de l'eau sur 23 seulement, et que les stations ne sont pas identiques de position, les unes se rapportant tout au haut du coteau sur lequel Genève a été bâtie, et les autres sur l'eau du lac.

Néanmoins, la marche des valeurs respectives ne changerait guère en supposant les circonstances plus égales, Il est évident que la température moyenne annuelle de l'eau surpasse d'environ deux degrés celle de l'air, que l'amplitude des variations est moindre d'un mois à l'autre et se succède plus lentement, le mois le plus froid pour l'eau étant février et le plus chaud août. C'est en hiver que les températures de l'air et de l'eau s'écartent notablement, et le mois de juillet est celui où elles se rapprochent le plus.

La formule périodique basée sur les constantes représente très-exactement les températures de l'eau observées dans le courant de l'année.

Les *minima* et *maxima* de température ont lieu de la manière suivante :

	pour l'air		pour l'eau	
minimum	—0°,32	le 10 janvier	+4°,79	le 30 janvier
maximum	18,9	le 22-23 juill.	18,85	le 11 août
1re *moyenne*	9,35	le 19 avril	11,37	le 12 mai
2me *moyenne*	»	le 19 octobre	»	le 3 novembre

L'amplitude de la variation annuelle est de 19°,22 pour l'air, et seulement de 14°,05 pour l'eau.

Les températures de l'eau et de l'air sont égales le 9 avril et le 2 août, étant de 7°,92 dans le premier cas et de 18°,75 dans le second. L'air est plus chaud que l'eau pendant 115 jours seulement, au printemps et en été, et il est plus froid pendant 250 jours; la plus grande différence négative est de 5°,87 et a lieu le 17 décembre.

M. Plantamour remarque que sur les 23 années d'observations de température de l'eau du Rhône, les 15 dernières, 1861 à 1875, ayant été en moyenne sensiblement plus chaudes que de coutume, il est possible que les chiffres relatifs à l'eau fussent moins élevés si les observations dataient de 1825 comme celles de l'air.

La nature des affluents du lac présente une grande importance dans la question de la température de ses eaux. Au printemps et en été, les autres affluents que le Rhône sont insignifiants, et ce fleuve amène alors un énorme volume d'eau, à la température relativement très-basse de 10 à 12 degrés, provenant de la fonte des glaciers. La

crue du lac, qui atteint son *maximum* au commencement d'août, et qui élève son niveau de près d'un mètre au-dessus du niveau moyen, est due presque uniquement, à l'exception de l'effet des pluies chaudes, à un apport d'eau qui a conservé en partie la température très-froide de son origine.

(La suite prochainement.)

Lettre de M. le Dr V. FATIO

A la Rédaction des *Archives des Sciences physiques et naturelles.*

28 février 1877.

Messieurs,

Vous me feriez plaisir en relevant, dans votre prochain numéro, une erreur assez grave que m'a fait gratuitement commettre votre imprimeur. En effet, dans mon récent mémoire sur la *Variabilité de l'espèce à propos de quelques Poissons*, c'est à tort que celui-ci a changé de son chef, sur le bon à tirer, l'orthographe du nom de l'ichthyologiste *Heckel*, à propos de la ligne théorique imaginée par cet auteur.

Cette correction fautive, bien que faite sans doute à bonne intention, se trouve cependant, par une similitude de noms, créer une confusion que je ne saurais laisser subsister. A un *a* près les deux noms sont, il est vrai, les mêmes; mais il importe de ne pas confondre, même involontairement, *Haeckel* l'auteur de l'*Histoire de la Création*, avec *Heckel* l'auteur des *Süsswasserfische der Oestreichischen Monarchie.*

A la dernière ligne de la page 214, à la neuvième dans la page 215 et à la première de la page 216, dans le n° du 15 février 1877, il faut donc lire *Heckel* au lieu de *Haeckel.*

Veuillez, etc.

V. FATIO.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE

G. Wiedemann. Sur les lois du passage de l'électricité a travers les gaz. (*Berichte der kön. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften*, n° du 12 février 1876; *Pogg. Ann.* 1876, tome CLVIII, p. 35 et p. 252).

Nous avons rendu compte précédemment d'un mémoire de MM. Wiedemann et Ruhlmann sur la transmission de l'électricité à travers les gaz[1], M. G. Wiedemann vient de publier la suite de ce travail dont nous allons rendre compte brièvement.

Dans cette seconde série d'expériences comme dans les premières, il a tout d'abord opéré avec une machine de Holtz comme source d'électricité, puis il a fait aussi quelques recherches en employant une bouteille de Leyde, une bobine d'induction, et un courant galvanique. La machine de Holtz était mue par un hydromoteur de Schmid dont la vitesse était très-constante. Les étincelles se produisant parallèlement à l'axe de rotation du plateau de la machine de Holtz, les intervalles de temps qui les séparaient étaient mesurés à l'aide d'un miroir fixé à cet axe et d'une disposition héliométrique que nous avons décrite dans l'analyse du premier mémoire. Le galvanomètre employé dans ces recherches est un galvanomètre du modèle imaginé par M. Wiedemann.

Les expériences de MM. Wiedemann et Ruhlmann avaient montré que lorsqu'une des électrodes du tube à gaz raréfié est reliée avec le pôle positif de la machine de Holtz, tandis que l'autre électrode communique avec le sol, il se produit moins d'étincelles dans l'unité de temps que lorsque c'est le

[1] Voyez *Archives*, 1872, tome XLIV, p. 281.

pôle négatif qui est en contact avec le tube. De cette expérience et d'autres ils avaient conclu que pour que l'étincelle se produise à l'électrode positive, il faut un potentiel plus élevé de l'électricité accumulée par unité de surface, que pour qu'elle se produise à l'électrode négative. De là ils déduisaient que les particules gazeuses électrisées s'éloignent avec une vitesse initiale, plus grande de l'électrode positive que de l'électrode négative, et se répandent plus loin que celles qui partent de la négative, contrairement à l'idée qui était généralement admise que l'électricité positive s'échappe plus facilement des corps que la négative.

M. Wiedemann a cherché à montrer que ce résultat ne tient pas à des circonstances secondaires, telle que des pertes partielles, desquelles il résulterait que lorsque c'est le pôle positif qui est relié au tube et le pôle négatif qui communique avec le sol il passe une quantité d'électricité moindre que dans le cas inverse.

Quel que fût celui des deux pôles de la machine qui fût en communication avec le tube à gaz et quel que fût le sens dans lequel la décharge traversait le galvanomètre au-delà de ce tube pour aller de là dans le sol, quelle que fût la pression dans lé tube, toujours la déviation du galvanomètre était la même dénotant le passage d'une quantité d'électricité constante. Ce n'est donc pas à une perte secondaire d'électricité qu'est dû le phénomène observé par MM. Wiedemann et Ruhlmann.

Du cas d'une décharge s'accomplissant librement dans un tube large, seul envisagé dans les recherches antérieures, M. Wiedemann passe ensuite au cas où les électrodes entourées de tubes ou de boules de verre sont reliées par un tube plus ou moins étroit, conditions réalisées par exemple dans les tubes de Plücker. Dans ce cas-là la décharge est tout à fait semblable à ce qu'elle est dans un large tube, elle est discontinue, les électricités contraires se combinant à travers le gaz sous forme d'étincelles distinctes, successives; les quantités d'électricité qui traversent le tube dans l'unité de temps demeurant les mêmes, la quantité d'électricité qui se décharge à

chaque étincelle est plus faible lorsque c'est le pôle positif qui communique avec le sol que lorsque c'est le pôle négatif, de telle sorte que la décharge nécessaire à la production d'une étincelle est plus grande pour l'électricité positive que pour l'électricité négative. Avec des pressions croissantes la quantité d'électricité correspondant à une décharge croît d'abord rapidement puis ensuite moins vite jusqu'à une valeur déterminée qu'elle atteint vers 20 à 30 millimètres ; au delà l'accroissement qu'elle subit est assez sensiblement proportionnel à la marche progressive de la pression.

Quant à ce qui est de l'influence que peut exercer l'écartement plus ou moins grand des électrodes que l'auteur a aussi cherché à évaluer, les courbes qui représentent pour des tubes de même section mais de longueur différente, la relation existant entre la longueur de la décharge et la pression du gaz sont très-rapprochées, de sorte que dans certaines limites la quantité d'électricité nécessaire à une décharge est indépendante de la longueur du tube étroit qui relie les boules en verre entourant les électrodes. En tous cas on n'a pu reconnaître aucune proportionnalité entre ces quantités d'électricité et les longueurs ou même les racines carrées des longueurs du tube. Pour des tubes de diamètres différents la quantité nécessaire à une décharge ne varie aussi que très-peu avec ce diamètre, elle ne dépend pas davantage des dimensions des boules qui entourent les électrodes. La charge, comme cela a lieu pour une colonne gazeuse libre, doit être plus forte pour la production d'une étincelle dans l'air que dans l'hydrogène.

L'auteur a étudié ensuite les effets calorifiques produits par le passage de l'étincelle sur les tubes dans lesquels elle s'accomplit. Pour cela le tube était enfermé dans une caisse qui le préservait des causes perturbatrices extérieures. Deux segments de fil métallique, l'un de fer, l'autre d'argentan soudés ensemble constituaient l'appareil thermoélectrique. Après que l'étincelle avait passé pendant un temps déterminé dans le tube, on appliquait la soudure contre ce tube dont l'axe était perpendiculaire au fil. Ces expériences ont montré

que l'échauffement des tubes capillaires croît toujours moins à mesure que la température s'élève ou que la quantité d'électricité nécessaire à une décharge augmente.

L'échauffement d'une section quelconque d'un tube est demeuré le même, toutes conditions égales d'ailleurs, quand la longueur du tube variait dans la proportion de 1 à 1,78. Dans les tubes très-longs toutefois l'échauffement va en diminuant de l'électrode reliée à la machine vers celle qui communique avec le sol; en même temps on observe un espace obscur qui partant de cette dernière électrode s'étend plus ou moins loin dans le tube. Des tubes de diamètres extérieurs égaux, mais de diamètres intérieurs différents reçoivent du courant des quantités de chaleur sensiblement égales, même lorsque le diamètre intérieur varie du simple au quadruple.

M. Wiedemann a cherché aussi quelle action l'échauffement artificiel du tube de décharge produit sur le mode de formation des étincelles. Le nombre des étincelles ne varie presque pas lorsqu'on chauffe modérément le tube capillaire ou les boules qui entourent les électrodes. En revanche lorsqu'on chauffe fortement le tube capillaire en restant au-dessous du rouge sombre, le nombre des décharges dans l'unité de temps augmente considérablement, dans le rapport de 7 à 12 par exemple, pour un même apport d'électricité. La place échauffée présente dans l'intérieur une teinte jaune claire, donnant la raie du sodium; cette coloration ne s'étend pas toutefois au delà de la partie chauffée. Ce n'est point l'élévation de température elle-même, mais l'augmentation de pression qui en résulte qui influe sur l'intervalle des décharges, si la pression demeure constante cet intervalle ne subit aucune modification.

L'examen électroscopique des tubes traversés par la décharge a montré, comme on pouvait s'y attendre, que lorsqu'une seule électrode est reliée à la machine, le tube entier est chargé de l'électricité qu'il reçoit de la machine, cette charge allant en décroissant vers l'autre électrode où elle est nulle; si les deux électrodes sont reliées, les deux moitiés

du tube présentent une charge inverse avec décroissance vers le milieu où elle est nulle.

L'auteur a étudié encore l'effet de l'introduction d'une interruption dans le circuit et les modifications qui en résultent dans l'apparence de l'électricité et le développement de l'espace obscur suivant que cette interruption se trouve à l'électrode positive ou à l'électrode négative.

Nous ne pouvons entrer dans le détail des observations mentionnées ici, ni dans la description des nombreuses et très-minutieuses expériences rapportées dans les différentes parties de ce mémoire.

Nous passerons immédiatement à l'interprétation que M. Wiedemann donne de ces divers phénomènes, lesquels, du reste, n'ont fait que le confirmer dans l'hypothèse qu'avaient émise dans leur mémoire sur ce sujet, MM. Wiedemann et Ruhlmann, c'est-à-dire que lorsque par suite de l'accumulation d'une certaine quantité d'électricité sur chaque électrode, l'étincelle s'établit, les molécules gazeuses qui se trouvaient dans le voisinage d'une des deux électrodes sont projetées loin d'elle, et que c'est par l'intermédiaire de ces particules gazeuses en mouvement que la décharge se propage d'une électrode à l'autre, le passage de l'électricité s'accomplissant toujours par décharges successives et distinctes et n'étant point assimilable à un véritable courant électrique, comme certains auteurs l'admettent du moins pour l'auréole.

La décharge se produit à l'électrode positive sous une plus faible charge, les particules électrisées sont projetées en grande quantité en tous sens en s'écartant les unes des autres; de cet écartement résulterait l'espace obscur qu'on observe tout près de l'électrode négative. A l'électrode positive la décharge ne se produit qu'avec un potentiel beaucoup plus élevé, comme il a été dit, les molécules s'en éloignent en moins grand nombre, mais sous une charge plus forte et avec une vitesse plus grande; de là l'absence d'espace obscur près de cette électrode.

M. Wiedemann montre comment ses différentes observa-

tions cadrent avec cette hypothèse qui lui paraît seule capable de les expliquer.

Quelques expériences faites avec l'emploi d'une bobine d'induction et avec une pile voltaïque comme source d'électricité lui paraissent encore confirmer cette manière de voir.

CHIMIE.

F.-C.-G. Muller. Sur la température produite lorsqu'on dirige un courant de vapeur d'eau dans une dissolution saline. — *(Extrait des Berichte d. d. ch. Gesellschaft, zu Berlin,* p. 1629, nov. 1876.)

Lorsqu'on fait passer de la vapeur d'eau à la pression ordinaire dans des dissolutions salines, on observe une élévation de température souvent considérable, et qui paraît au premier abord tout à fait paradoxale. M. F. Muller a étudié de près ces phénomènes en faisant passer de la vapeur d'eau à 100° dans des dissolutions variées sur lesquelles elle était sans action chimique, il a vu dans certains cas des élévations de température se produire et, chose remarquable, dépassant toujours la température même de la vapeur d'eau. — Le chlorure de calcium est un des sels qui se prête le mieux à ces expériences. — Une dissolution de ce sel assez concentrée pour avoir un point d'ébullition de 127°, peut être portée à 125° simplement en y faisant passer un courant de vapeur d'eau à 100°. Ce courant de vapeur produit donc une élévation de 25° au-dessus de sa propre température.

Plus la solution est concentrée plus la température que l'on peut atteindre par ce moyen est élevée.

Il est très-facile de répéter ces curieuses expériences devant un nombreux auditoire, il suffit de remplir un petit tube au tiers d'eau, de le mouiller extérieurement avec une dissolution concentrée de chlorure de calcium et de le chauffer sur une lampe jusqu'à l'ébullition. On l'enlève ensuite et on le porte dans le col d'un ballon plein d'eau que l'on fait

bouillir. On voit alors aussitôt l'eau contenue dans le petit tube se mettre à bouillir également ce qui indique que sa température doit dépasser 100°.

L'ébullition continue ainsi pendant quelques instants, puis s'arrête parce que la vapeur qui se condense sur les parois extérieures du tube enlève peu à peu le chlorure de calcium.

Le sel marin se prête aussi très-bien à cette expérience.

On s'explique facilement ces phénomènes si l'on remarque que les dissolutions salines à 100° absorbent la vapeur d'eau à la même température, et qu'il en résulte une élévation de température analogue à celle qui se produit quand un gaz comme l'ammoniaque, par exemple, se dissout dans l'eau.

Ces expériences jettent en outre un jour nouveau sur une question controversée, celle de savoir quelle est la température de la vapeur d'eau qui s'échappe d'une dissolution saline concentrée et bouillante. Cette vapeur est-elle à 100° ou à une température voisine de celle du point d'ébullition de la dissolution ?

On croyait généralement depuis les recherches de Magnus et de M. Wüllner que cette température devait se trouver rapprochée du point d'ébullition de la dissolution saline ; les nouvelles expériences que nous venons de citer tendent au contraire à faire admettre l'opinion inverse.

Hillebrand et Norton. Préparation du Cérium, du Lanthane et du Didyme. Propriétés de ces métaux. (*Poggend. Annal.* CLV, 633 et CLVI, 466). — Hillebrand. Chaleur spécifique du Cérium, du Lanthane et du Didyme. (*Poggend. Annalen*, CLVIII, 71.)

Il est un peu tard maintenant pour rendre compte de ces travaux dont une partie remonte à plus d'une année. Nous regretterions cependant qu'il ne fût fait aucune mention, dans ce journal, de recherches qui mettent fin à une longue incertitude sur un point important de l'histoire des métaux du cérium.

MM. Hillebrand et Norton se sont attachés à la préparation de ces métaux sur une assez grande échelle, par la méthode électrolytique de Bunsen. Le cérium est d'un gris de fer, conservant bien son éclat dans un air sec, mais s'irisant rapidement à l'air humide. Il est très-ductile et s'étire en fils très-souples. Sa dureté égale celle du calcaire. La densité du métal fondu est de 6,728. Sa fusibilité est comprise entre celles de l'argent et de l'antimoine. Un fil de ce métal brûle avec un éclat qui surpasse même celui du magnésium. Il s'oxyde lentement dans l'eau pure à la température ordinaire. L'acide sulfurique concentré et l'acide azotique fumant ne l'attaquent point à froid, mais ces acides étendus et l'acide chlorhydrique le dissolvent avec dégagement d'hydrogène.

Le lanthane ressemble au cérium, mais s'oxyde plus rapidement à l'air, même dans l'air sec. Il est un peu plus dur, beaucoup moins ductile. La pesanteur spécifique du métal fondu est de 6,049. Sa fusibilité est à peu près la même que celle du cérium; il brûle à l'air beaucoup plus difficilement.

Le didyme se rapproche du lanthane plus que du cérium. Il est d'un blanc légèrement jaunâtre. Sa densité est de 6,544.

M. Hillebrand a déterminé, au moyen du calorimètre à glace de Bunsen, les chaleurs spécifiques de ces trois métaux. Les résultats bruts de ses expériences ont dû subir de légères corrections pour tenir compte de très-petites quantités de métaux étrangers constatées par l'analyse des échantillons employés à ces essais.

En tenant compte de ces corrections, il a obtenu les chaleurs spécifiques suivantes :

Didyme	0,04563
Lanthane	0,04485
Cérium	0,04479

Ces résultats décident la question controversée depuis quelques années des poids atomiques de ces métaux et de la constitution de leurs oxydes.

Voici en effet les nombres auxquels on est conduit suivant que l'on adopte les anciens poids atomiques, admis dans l'hy-

pothèse de métaux diatomiques à protoxydes de la forme MO, ou les poids atomiques nouveaux correspondant à l'hypothèse de métaux triatomiques dont les protoxydes seraient M^2O^3.

	Métaux diatomiques.		*Métaux triatomiques.*	
	Poids atomiques	Chaleurs atomiques	Poids atomiques	Chaleurs atomiques
Didyme	96,52	4,40	144,78	6,60
Lanthane	92,67	4,15	139	6,23
Cérium	92	4,12	138	6,18

On voit que la seconde hypothèse donne seule pour les chaleurs atomiques de ces métaux, des résultats conformes à la loi de Dulong et Petit.

La question vidée par là, pour ces trois métaux, se trouve en même temps résolue pour ceux des terres de la gadolinite (yttrium, erbium, etc.), en raison de l'isomorphisme parfait des oxydes de tous ces métaux.

W. Michler et Dupertuis. — Synthèse de kétones au moyen de la diméthylaniline. (*Berichte d. d. chem. Gesellschaft*, IX, 1899; Zurich, Labor. de V. Meyer.)

Si l'on chauffe jusque près du point d'ébullition de la diméthylaniline en faisant passer un courant d'oxychlorure de carbone, ce gaz est absorbé en grande quantité; on ôte l'excès de base au moyen d'un acide et le résidu est recristallisé dans l'alcool, on obtient de cette façon :

$$\begin{array}{l} CO - C_6H_4N\,(CH_3)_2 \\ | \\ C_6H_3N\,(CH_3)_2 \\ | \\ CO - C_6H_4N\,(CH_3)_2 \end{array}$$

hexaméthyltriamidodibenzoylebenzol, p. f. 122°.

Si, au contraire, on ne chauffe pas la diméthylaniline et qu'on ne fasse absorber à la base que la quantité théorique d'oxychlorure de carbone, on obtient le tetrametlyldiamidobenzophenone

$$\begin{array}{l} C_6H_4N\,(CH_3)_2 \\ | \\ CO \\ | \\ C_6H_4N\,(CH_3)_2 \end{array}$$

qu'on obtient pur, après avoir chassé l'excès de base, en dissolvant à plusieurs reprises dans l'acide chlorhydrique et précipitant par la soude et enfin recristallisant dans l'alcool. Ce corps fond à 179°.

Dissous dans l'alcool et traité par l'amalgame de sodium à chaud, on obtient des cristaux fondant à 96°. C'est probablement le benzhydrole $C_6H_4N(CH_3)_2 - CHOH - C_6H_4N(CH_3)_2$; ce corps a des propriétés basiques et se dissout soit dans l'alcool soit dans l'acide acétique avec une couleur bleue intense qui disparaît si l'on ajoute une base forte. Cette propriété est analogue à celle des pseudonitroles[1]. L'étude de cette substance n'est pas terminée.

En faisant réagir 1 molécule de chlorure de benzoyle sur 2 mol. de diméthylaniline, MM. Michler et Dupertuis ont obtenu une masse cristalline qui, débarassée par l'eau de l'excès de base, donne une huile, celle-ci dissoute dans l'éther, puis séchée et distillée, donne un produit bouillant au-dessus de 360°, et se prenant en cristaux au bout de quelques jours en présence d'acide sulfurique; ces cristaux fondent à 55° et sont le diméthylamidodibenzoylebenzol

$$\begin{array}{l} Co - C_6H_5 \\ | \\ C_6H_3N(CH_3)_2 \\ | \\ Co - C_6H_5 \end{array}$$

E. A.

RÉSUMÉ DES TRAVAUX

PRÉSENTÉS AUX SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE ZURICH

en janvier et février 1877.

WEITH, triphénylgnanidine. — WAHL, RUOFF, hérabrombenzine. — DIEHL, dérivés halogénés de l'anthracène. — HANNIMANN, action du chlorure de soufre sur la diméthylaniline. — SCHMID, action du chlorure de soufre sur la benzine. — V. MEYER, réponse à Ladenburg et Struves.

M. Weith fait remarquer que la carbotriphenyltriamine, base découverte par Hofmann, se dédouble en aniline et acide carbonique par l'action de l'acide chlorhydrique ou de

[1] V. Meyer et Locher, *Berichte d. d. ch. G*, VII, 1506.

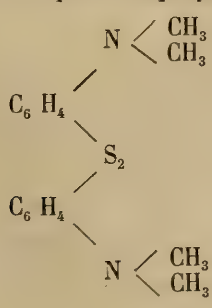
la potasse, d'où il résulte que de même que dans la triphénylgnanidine, les trois radicaux phenyl, sont combinés avec les trois atomes d'azote. C'est un fait à l'appui de la formule rationnelle proposée par M. Weith pour la triphenylgnanidine.

M. Wahl a trouvé que dans la préparation de l'hexabrombenzine au moyen de l'hydrure d'hexyle, on obtient d'abord un bromure de carbone $C_6\ Br_8$ sous forme de cristaux; ce corps se dédouble par la chaleur en hexabrombenzine et brome; il semble donc que le noyau de la benzine se forme pas à pas; M. Wahl s'occupe de rechercher les produits intermédiaires précédant la formation de $C_6\ H_8$. Il veut aussi traiter de la même manière les paraffines supérieures dans l'espérance d'obtenir des produits de substitution bromés, des homologues de la benzine.

La préparation de l'hexabrombenzine au moyen de la benzine est peu rapide, M. Ruoff l'obtient plus facilement en chauffant la quinone tetrabromée avec du phosphore pentabromé.

M. Diehl s'occupe des dérivés halogénés de l'anthracène, il a obtenu par l'action du chlore et du bromure d'iode à chaud, $C_{14}\ H_4\ Cl_6$ et $C_{14}\ H_4\ Br_6$. En chauffant à 220° il a obtenu $C_{14}\ H_3\ Br_7$. Ces combinaisons peuvent être sublimées, elles sont peu solubles et cristallisent sous forme d'aiguilles jaunâtres. Par oxydation, on obtient des deux premières, les quinones $C_{14}\ H_4\ Cl_2\ O_2$ et $C_{14}\ H_4\ Br_4\ O_2$. MM. Merz et Weith vont aussi chercher à chlorurer et bromurer l'anthraquinone et l'alizarine.

M. Hannimann a obtenu par l'action du chlorure de soufre sur la diméthylaniline la dithiométylaniline, substance qui cristallise facilement et qui a des propriétés peu marquées.



Ces recherches doivent être étendues à la diphénylamine et à la méthyldiphénylamine.

Le tétrachlorure de zinc anhydre et la diméthylaniline donnent un produit d'addition $2\,(C_6\,H_5\,N\,(CH_3)_2\,HCl)\,Zn\,Cl_4$.

Le chlorure de soufre n'agit sur la benzine qu'à une haute température et d'après les recherches de M. Schmid son action est de chlorurer la benzine, il a obtenu de la monochlorbenzine, de l'acide chlorhydrique et du soufre libre.

M. V. Meyer fait remarquer que $N\,(C_2\,H_5)_3 + C_7\,H_7\,J$ et $N\,(C_2\,H_5)_2\,C_7\,H_7 + C_2\,H_5\,J$ se comportent, contrairement à l'assertion de Ladenburg et Struve, exactement de la même manière soit lorsqu'on les évapore, soit qu'on les distille avec de l'acide iodhydrique.

M. Lunge fait différentes communications ayant un caractère technique.

V. MEYER, J. BARBIERI et F. FORSTER. RECHERCHES SUR LA TRANSLATION DES ATOMES. (*Ber. d. d. ch. Gesellschaft zu Berlin*, IX, 130; Zurich, janvier 1877.)

Ces recherches contredisent l'assertion de MM. Linnemann et Zotta qui prétendaient que la butylamine normale se transformait en alcool isobutylique par l'action de l'acide azoteux d'après la réaction :

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_2 - NH_2 + NOOH = N_2 + H_2\,O + \end{array} \qquad \begin{array}{c} CH_3 \quad CH_3 \\ \diagdown \;\; \diagup \\ CH \\ | \\ CH_2\,OH \end{array}$$

Ils trouvent, au contraire, que la réaction est analogue à celle qui a lieu par l'action de l'acide azoteux sur la propylamine normale; une partie de l'amine donne exclusivement l'alcool correspondant, c'est-à-dire l'alcool normal :

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - NH_2 + ONOH = H_2\,O + N_2$$
$$+ CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2\,OH.$$

Une autre partie de l'amine se décompose en donnant de l'azote, de l'eau et du butylène :

$$\begin{array}{lll} CH_3 & & CH_3 \\ | & & | \\ CH_2 & & CH_2 \\ | & = 2H_2O + N_2 + & | \\ CHH \qquad HO & & CH \\ | \qquad\qquad | & & \| \\ CH_2 - NH_2 + ON & & CH_2 \end{array}$$

H. WALD. RECHERCHES SUR LES COMBINAISONS AZOÏQUES DU DIPHÉNYLE. (*Berichte d. d. ch. Gesellschaft*, X, 137; Zurich, janvier, 1877.)

M. Wald obtient en faisant agir l'amalgame de sodium à 5 % sur le paradinitrodiphenyle suspendu dans l'alcool, une matière rouge soluble dans l'aniline qui est la combinaison azoïque du paradinitrodiphenyle:

$$\begin{array}{ll} C_6\,H_4 - NO_2 & C_6\,H_4\,NO_2 \\ | & | \\ C_6\,H_4 - N - N - & C_6\,H_4 \\ \quad\diagdown\ \diagup & \\ \quad\ O & \end{array}$$

Ce corps fond à 255°, se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec une belle couleur rouge, et donne avec l'acide nitrique un dérivé jaune soluble dans la benzine.

Tous les agents de réduction le transforment en benzidine dont le véritable point de fusion serait 122° et non 118° comme l'indiquent la plupart des ouvrages.

L'action de l'amalgame de sodium sur l'isodinitrodiphenyle se fait déjà à froid, on obtient une poudre jaune soluble dans l'alcool, mieux encore dans la benzine ou le chloroforme fondant à 187° se dissolvant dans l'acide sulfurique avec une couleur d'un brun rouge, c'est probablement l'iso-dinitroazodiphényle $NO_2\,(C_6\,H_4)_2 - N_2 - (C_6\,H_4)_2\,NO_2$.

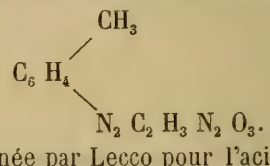
C. KÜNICH. RECHERCHES SUR L'ACIDE MÉTHAZONIQUE. (*Berichte*, X, 140; Zurich, Labor. du Polytechnicum.)

L'acide méthazonique s'obtient en chauffant le nitrométhane avec une dissolution alcoolique de soude. M. Künich a préparé quelques sels de cet acide, mais ils sont difficiles à obtenir purs ou se décomposent rapidement, de sorte qu'il a cherché à préparer quelques dérivés de cet acide pour arriver à connaître sa constitution.

L'acide azophenylméthazonique s'obtient en précipitant une dissolution de méthazonate de soude par du nitrate de diazobenzol; ce sont des aiguilles d'un rouge orangé solubles dans l'alcool et l'éther fondant à 164° en se décomposant. Les alcalis le dissolvent avec une couleur rouge intense, l'acide sulfurique avec une couleur jaune caractéristique.

Les sels métalliques de cet acide sont tous colorés, basiques et hydratés. Le sel de baryte a pour formule $C_8\, H_6\, N_4\, O_3\, Ba + H_2\, O$.

L'acide azoparatolylméthazonique s'obtient d'une manière analogue au précédent, ce sont des aiguilles orange fondant à 154° en se décomposant, peu solubles dans l'eau, bien dans l'alcool et l'éther, sa formule est :



La formule donnée par Lecco pour l'acide méthazonique se trouve donc confirmée. Par l'action réductrice de l'amalgame de sodium sur l'acide méthazonique on obtient d'abord de l'hydroxylamine puis de l'ammoniaque, mais l'auteur n'a pu reconnaître aucun autre produit en dehors des résidus résineux. La constitution de cet acide est donc encore à trouver.

G. A. Burkhardt. Sur l'acide oxytéréphtalique. (*Berichte*, X, 144; Zurich, Labor. du Polytechnicum.)

Cet acide a été obtenu en traitant l'acide amidotéréphtalique par le nitrite de potasse, il ne se forme pas de résines par cette méthode, comme lorsqu'on emploie celles de de la Rue et Müller (acide azoteux)[1].

Le sel d'argent est un précipité blanc $C_6\, H_3\, OH\, (COO\, Ag)_2$.

Le sel de baryte séché sous la pompe pneumatique, renferme un équivalent d'eau.

[1] De petites quantités d'acide oxytéréphtalique ont été aussi obtenues par M. Meyer en fondant du sulfoparaphénol avec de la potasse caustique.

L'éther diméthylique cristallise de l'alcool méthylique sous forme d'aiguilles fondant à 94°.

Le dérivé acétylé de cet éther

$$C_6H_3 \begin{matrix} OC_2H_3O \\ (CO_2CH_3)_2 \end{matrix}$$

s'obtient en chauffant à 100° avec du chlorure d'acétyle, ce sont de fines aiguilles fondant à 76°

L'acide oxytéréphtalique par la distillation sèche se dédouble en acide carbonique et en phénol ; chauffé 2 jours à 220°, avec de l'acide chlorhydrique dilué il donne, comme la théorie le faisait prévoir, exclusivement de l'acide carbonique et de l'acide oxytéréphtalique. On peut, en effet, considérer l'acide oxytéréphtalique soit comme de l'acide oxybenzoïque carbonylé, soit comme de l'acide salycilique carbonylé, or l'acide salycilique traité par l'acide chlorhydrique perd facilement de l'acide carbonique, tandis que l'acide oxybenzoïque n'est pas attaqué.

RICHARD MEYER. ACTION DE LA POTASSE SUR L'ALDÉHYDE CUMINIQUE. (*Berichte*, X, 149; Coire, janvier 1877.)

Les nombreux travaux qui ont été faits ces derniers temps sur les divers cymènes ont montré qu'il n'en existe jusqu'à présent qu'un seul et sa synthèse a prouvé que c'était le normal parapropyltoluol $C_6H_4.CH_3.C_3H_7$; un seul fait semblait encore ne pas pouvoir s'expliquer par cette formule, je veux parler de la formation du cymène normal par l'action de la potasse alcoolique sur le cuminol, corps dans lequel il faut admettre la présence non pas du radical propyl normal, mais du radical isopropyl. M. R. Meyer montre dans son travail qu'en opérant avec du cuminol pur il ne se forme pas trace de cymène, mais seulement de l'alcool et de l'acide cuminique et que par conséquent le cymène observé par d'autres chimistes devait provenir d'une impureté du cuminol employé. Il a, en effet, extrait du cuminol de commerce du cymène qui s'y trouvait mélangé.

E. Schulz et J. Barbieri. Sur la présence d'un amide de l'acide glutamique dans les germes de la courge. (*Berichte*, X, 199; Zurich, labor. de chimie agriculturale.)

On dose généralement l'asparagine renfermée dans les végétaux par la méthode indiquée par Sachs, qui consiste à traiter les extraits renfermant la base par l'acide chlorhydrique à l'ébullition, il se forme de l'acide aspartique et de l'ammoniaque que l'on dose; mais cette méthode est fausse, si à côté de l'asparagine il se trouve des corps susceptibles de céder de l'ammoniaque par une ébulition prolongée avec l'acide chlorhydrique, ce qui est le cas, car ces chimistes ont trouvé un amide de l'acide glutamique en assez forte proportion, 3,8 $^{\circ}/_{0}$, dans des germes de courges ayant végété pendant 16 jours dans l'obscurité. Les graines n'ayant pas végété n'en renferment point. Ils pensent que cette glutamine joue le même rôle physiologique que l'asparagine et se retrouvera dans beaucoup d'autres végétaux.

J. Piccard. Expérience de cours pour montrer la synthèse de l'eau. (*Berichte d. d. ch. Gesellschaft zu Berlin*, 1877, p. 180. Bâle, février 1877.)

Il existe un grand nombre d'expériences imaginées dans le même but, mais aucune n'est aussi claire et élégante que celle-ci. La partie principale de l'appareil est un tube en platine en forme d'Y; par les deux branches duquel arrivent l'oxygène et l'hydrogène qui se combinent dans la troisième sous l'influence de l'élévation de température produite par une lampe chauffant le tube au point de réunion des trois branches. — Dès que la combinaison s'effectue il n'est plus nécessaire de chauffer; la chaleur dégagée maintenant le tube au rouge-blanc, ce qui de nuit produit un fort bel effet. Le produit de la combinaison est condensé de l'autre côté et peut être facilement montré aux auditeurs.

J. PICCARD. SUR LA CHRYSINE, LA TECHTOCHRYSINE ET LEURS HOMOLOGUES. (*Ber. d. d. ch. Ges. zu Berlin*, 1877, p. 176).

Les recherches que l'auteur avait déjà faites précédemment ont été continuées par lui[1]. Il a réussi à préparer directement au moyen de la chrysine le corps qu'il avait éventuellement nommé tectochrysine et a démontré que ce produit n'était autre que la méthylchrysine comme les recherches précédentes l'avaient fait prévoir.

M. Piccard a également étudié les homologues supérieurs éthylchrysine, amylchrysine, benzylchrysine.

Ces produits se distinguent de la chrysine par leur solubilité dans la benzine et surtout dans le chloroforme. — Contrairement à la chrysine elle-même, ses dérivés ne sont presque pas attaqués par les alcalis en dissolution et par conséquent n'ont à aucun degré un caractère acide. — La formule de la chrysine a été déterminée plus exactement au moyen de ces nouvelles recherches et reste toujours $C^{15} H^{10} O^4$. La constitution pourrait être représentée par

$$C^6 H^3 \begin{cases} O.\ CO.\ CH^3 \\ O.\ CO.\ C^6 H^5 \\ O.\ OH \end{cases} - H^2 O$$

Mais l'eau qu'il s'agirait d'enlever ne doit pas se former aux dépens de l'hydroxyle.

J. PICCARD et A. HUMBERT. SUR UNE TRISULFORÉSORCINE. (*Ber. d. d. ch. Ges.*, page 182).

Les auteurs obtiennent ce corps en faisant chauffer quelques heures à 200° en tubes scellés, avec de l'acide sulfurique fumant, la disulforésorcine qu'ils avaient étudiée précédemment[2]. Le produit de la réaction est traité par un lait de chaux puis pressé ; le résidu est repris par l'acide chlorhydrique, on filtre sur du gypse et on ajoute du chlorure de barium puis filtre de nouveau après addition d'un peu d'ammoniaque

[1] *Ber. d. d. ch. G.* vol. VI et VII.
[2] *Ber. d. d. ch. G.* vol. IX, 1479.

qui précipite des impuretés; on laisse reposer pendant quelques jours, il se dépose alors peu à peu du sel de baryte de la trisulforésorsine sous forme d'une poudre blanchâtre insoluble dans l'eau.

L'acide lui-même est très-soluble ainsi que le sel ammoniacal; ce dernier donne avec le chlorure de fer une coloration durable d'un rouge violet intense. Le sel de plomb forme de petits cristaux solubles dans l'acide acétique, il en est de même pour le sel de chaux.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

J. Plateau. Sur les couleurs accidentelles ou subjectives (deuxième note[1]; extrait par l'auteur).

Dans ma Note précédente, après avoir rappelé succinctement les principes sur lesquels repose ma théorie, savoir la réaction de la rétine et les oscillations de l'impression selon le temps et selon l'espace, je me suis attaché à répondre aux principales objections soulevées contre la première partie de cette théorie, celle qui concerne le temps. Dans la Note actuelle, je reviens de même sur la seconde partie de ma théorie, celle qui concerne l'espace, et j'espère en faire voir également la légitimité. Je rappelle de nouveau qu'elle consiste à admettre, selon l'espace, des oscillations analogues à celles qui ont lieu selon le temps, c'est-à-dire que, pendant la contemplation d'un objet coloré sur fond sombre, on trouve d'abord, tout le long du contour de l'image de cet objet, une bande étroite de même couleur que celui-ci, et qui en augmente les dimensions apparentes, c'est l'irradiation; puis, au delà de cette bande, on perçoit en général une zone de la teinte opposée, zone au delà de laquelle, dans certaines circonstances, peut se montrer une nuance de la couleur même de l'objet. On le voit, les phénomènes selon

[1] Voir la première Note, *Bullet. de l'Acad. de Belgique*, 1875, 2me série, t. XXXIX, p. 100; et pour la deuxième Note in extenso, même Recueil, 1876, 2me série, t. XLII, pp. 535 et 684.

l'espace sont, pour ainsi dire, la traduction des phénomènes selon le temps.

Le premier dont j'ai à m'occuper est donc l'irradiation. Une théorie très-ancienne la fait dépendre d'une propagation de l'impression sur la rétine. Cette théorie a rencontré depuis 1839, époque où j'ai publié un Mémoire dans lequel je la soutenais, un grand nombre d'adversaires. Ceux-ci ont avancé plusieurs autres théories que je passe en revue.

Les unes attribuent l'irradiation à un degré plus ou moins prononcé de myopie, d'autres, dans le cas des bonnes vues, à une accommodation inexacte, d'autres encore aux deux aberrations de l'œil, enfin une dernière à la diffraction.

Je n'ai eu recours, pour m'aider dans les expériences de mon Mémoire, qu'à des personnes dont la vue était bonne, ou tout au moins non myope ; ainsi les théories qui s'appuient sur la myopie doivent nécessairement être rejetées. Celles qui supposent une accommodation inexacte n'ont guère de probabilité ; comment admettre, en effet, que, dans l'observation d'un objet un peu éloigné, une bonne vue ne s'accommode pas à la distance de cet objet ? Quant aux aberrations de l'œil, j'ai montré, par des expériences directes, que l'aberration de réfrangibilité ne joue aucun rôle appréciable dans l'irradiation, et dès lors il est peu vraisemblable que l'aberration de sphéricité soit suffisante pour donner aux phénomènes l'étendue qu'on y constate. Enfin, en ce qui concerne la diffraction, M. André assimilant l'œil à une lunette de très-petite ouverture, en conclut que l'irradiation oculaire est simplement due à la diffraction. Mais les choses se passent tout autrement dans l'œil nu que dans l'œil appliqué à une lunette ; d'après M. André, lorsqu'on observe un astre à l'aide d'une lunette dont on rétrécit successivement l'ouverture, le diamètre apparent de l'image va en augmentant, tandis que l'éclat de cette image va nécessairement en décroissant ; or, en l'absence de la lunette, quand on observe un objet irradiant à travers un trou circulaire beaucoup plus étroit que la pupille, on diminue aussi l'éclat apparent de l'objet, mais, on le sait, l'irradiation, au lieu d'augmenter, diminue au contraire. On ne peut nier, dans le cas de l'œil nu, l'existence d'une bande due à la diffraction, mais cette

bande est sans doute trop peu lumineuse pour produire des effets d'irradiation sensibles.

Ces diverses théories, d'ailleurs, viennent se heurter contre les difficultés naissant de deux faits que j'ai exposés dans mon Mémoire.

Le premier est celui que j'ai énoncé ainsi :

Deux irradiations en regard et suffisamment rapprochées, éprouvant l'une et l'autre une diminution, cette diminution est d'autant plus considérable que les bords des espaces lumineux d'où émanent les deux irradiations sont plus voisins.

Je rappellerai ici l'une des expériences par lesquelles j'ai établi ce principe: l'un de mes observateurs, chez lequel l'éclat d'un ciel couvert réfléchi par un miroir développait, quelques instants avant l'expérience, une irradiation de 52″, a pu distinguer, à la distance de 3 mètres, un fil de cocon projeté sur la même lumière et dont la largeur angulaire, à cette distance, n'était pas d'une seconde. Que sont donc devenues, dans ce cas, le long des deux bords du fil, les irradiations développées par les deux champs lumineux que ce fil séparait ?

La plupart des auteurs des théories en question citent ou commentent mes recherches, mais passent sous silence le phénomène de la neutralisation des irradiations voisines; ceux qui s'en sont occupés en ont donné des explications soi obscures, soit inadmissibles.

Le second fait qui ne s'accorde guère mieux avec presque toutes ces théories, est l'action apparente des lentilles de convergence sur l'irradiation. Ainsi que je l'ai avancé dans mon Mémoire, si l'on choisit un appareil qui, observé à l'œil nu et à la distance de la vision distincte par une personne douée d'une bonne vue, lui montre une irradiation bien sensible, et si cette personne regarde ensuite l'appareil de près en armant l'œil d'une lentille d'un foyer assez court, elle n'aperçoit plus d'irradiation. J'entends ici par la distance de la vision distincte, celle à laquelle la personne tiendrait un livre pour lire commodément sans effort des yeux; pour les bonnes vues, cette distance est d'environ 30 centimètres.

Je donnerai plus loin l'explication que je crois être la véritable de cet effet des lentilles; mais auparavant je dois in-

sister sur ce point que, dans ma théorie, la cause de l'irradiation est celle admise autrefois, savoir la propagation de l'impression sur la rétine, et je dois élucider ce qui a lieu sur cette membrane au delà de la bande d'irradiation, c'est-à-dire exposer mon opinion sur la génération des teintes de contraste. Cette génération est encore, suivant ma théorie, due à la réaction de la rétine.

Ainsi que j'ai cherché à l'établir dans ma Note précédente, la réaction que la rétine exerce contre l'action de la lumière émanée d'un objet, continue encore après la disparition de celui-ci, détruit rapidement l'image positive qui persistait, puis produit la sensation de l'image négative ou accidentelle, dont la teinte est opposée à celle de l'objet: voilà pour le temps.

Mais, pendant la contemplation de l'objet, la réaction de la rétine se propage, au delà du contour de l'image, dans la bande d'irradiation qu'elle annule à une petite distance de ce contour, pour donner lieu, à partir de là et jusqu'à une distance plus grande, à la sensation de la teinte opposée; voilà pour l'espace.

Je n'ai pas à insister sur la manifestation de la teinte opposée, ou teinte de contraste, extérieurement à la bande d'irradiation, c'est un fait bien connu. Il est plus difficile de constater, au delà de l'espace occupé par cette teinte, la présence d'une nuance légère de la teinte même de l'objet; cependant cette nuance se montre assez aisément si l'on renverse les conditions de l'expérience, c'est-à-dire si l'on observe un objet gris, ou un objet blanc peu éclairé, sur un fond coloré.

Helmholtz considère tous les phénomènes selon l'espace, sauf l'irradiation, comme résultant d'erreurs du jugement. Sans nier complétement l'influence de semblables erreurs, je fais voir, en profitant surtout des observations de Fechner et de Hering, qu'il y a en même temps, dans les phénomènes en question, une cause physiologique, c'est-à-dire qu'au delà de la bande d'irradiation, la rétine se trouve réellement dans un état particulier d'excitation.

Citons une observation de Hering; elle se rapporte aux apparences qui se montrent dans les yeux fermés et couverts,

après la contemplation des objets; mais les déductions qu'on en tire s'appliquent évidemment aux phénomènes selon l'espace:

On pose, sur un fond dont une moitié est blanche et l'autre d'un noir intense (velours), deux bandes de papier d'un noir mat, et d'un demi-centimètre de largeur; elles sont placées symétriquement des deux côtés de la ligne limite entre le blanc et le noir du fond, et à un centimètre de distance de cette ligne; la bande qui repose sur le velours paraît grise par comparaison avec le noir intense de cette étoffe. On contemple pendant 30″ à 60″ un point de la ligne limite, puis on ferme les yeux et on se les couvre; on obtient alors une image accidentelle formée de celles des deux parties du fond et de celles des deux bandes. Or, si l'on observe les oscillations des différentes parties de cette image composée, on constate entre elles une sorte d'indépendance; il peut arriver qu'à une certaine époque du phénomène, l'image de la bande qui se montre sur la moitié sombre de celle du fond paraisse plus sombre que cette même moitié, et que l'image de la bande qui se dessine sur la moitié claire paraisse plus claire que cette dernière.

Ces faits prouvent d'une manière péremptoire que les phénomènes du contraste simultané ne dépendent point simplement d'erreurs mentales. En effet, l'image accidentelle de la bande posée sur la partie blanche du fond est d'abord claire sur un champ sombre; or, si la clarté qu'elle présente n'était qu'une illusion due à la comparaison avec l'obscurité environnante, la même illusion devrait suivre le phénomène pendant toute la durée de celui-ci, et de même, en sens inverse, pour l'image accidentelle de l'autre bande.

Je reviens ensuite à l'irradiation et à la théorie de ce phénomène que j'ai défendue, c'est-à-dire à celle de la propagation de l'impression sur la rétine; j'examine et je réfute les différentes objections qui ont été soulevées contre elle.

Je ne parlerai ici que de l'une de ces objections; elle a été énoncée par Fechner et par Fliedner, et paraît, au premier abord, très-sérieuse; elle se tire de l'effet des lentilles de Convergence; car il est impossible d'admettre qu'une semblable lentille, qui n'ôte presque rien à l'éclat de l'objet, puisse

modifier profondément la propagation de l'impression. Aussi n'est-ce pas en altérant cette propagation que les lentilles agissent; leur effet dérive de ce que l'observateur armant son œil d'une lentille pour regarder de près un objet irradiant, rapporte l'image virtuelle de cet objet non à la distance à laquelle il tiendrait un livre pour lire commodément, mais à une distance beaucoup plus petite. C'est ce que je prouve par des expériences que les bornes à donner à cet extrait ne me permettent pas de décrire. Or, l'angle sous-tendu par la largeur de la bande d'impression propagée étant, toutes choses égales d'ailleurs, indépendant de la distance de l'objet, il s'ensuit que la largeur absolue qu'on attribue à l'irradiation est proportionnelle à la distance à laquelle on rapporte l'objet irradiant. On comprend, d'après cela, qu'aux distances très-courtes auxquelles on rapporte un tel objet à travers une lentille, l'irradiation peut ne plus présenter de largeur sensible.

Ainsi se trouve expliqué l'effet des lentilles de convergence, et l'on voit qu'il ne constitue aucun argument contre la propagation de l'impression.

Les arguments en faveur de cette propagation sont:

1° La presque nécessité *à priori* de ce principe; en effet, quelles que soient les modifications que subit la rétine frappée par la lumière, l'action immédiate de celle-ci est une action vibratoire, et l'on sait avec quelle facilité les vibrations se communiquent.

2° Le fait connu qu'un petit objet vu indirectement disparaît bientôt, et se trouve remplacé en apparence par la couleur du fond sur lequel il repose, d'où il faut admettre que la réaction de la rétine efface graduellement l'image du petit objet, et que l'impression de la couleur du fond se propage sur l'endroit que cette image occupait.

3° Cet autre fait également connu, que si l'on contemple pendant longtemps un objet coloré posé sur un fond blanc et bien éclairé, la teinte de contraste environnante n'est plus perçue, et le fond prend la même teinte que l'objet. J'ai montré, dans mon Mémoire, que l'irradiation augmente avec la durée de la contemplation; et, bien que cette augmentation semble avoir une limite, il est probable qu'elle ne fait

que se ralentir, et que, lorsque la contemplation persiste, l'impression continue à se propager, et envahit le reste de la rétine, en surmontant la réaction.

4° Enfin le principe de la propagation et celui de la réaction expliquent très-simplement la neutralisation mutuelle des irradiations voisines. En effet, lorsque deux champs irradiants rapprochés se regardent, la réaction de la rétine qui s'exerce au delà de chacune des deux bandes d'irradiation dans l'intervalle qui les sépare, tend nécessairement à les détruire l'une et l'autre, et d'autant plus énergiquement qu'elles sont plus voisines.

A la vérité, puisque la réaction propagée neutralise les bandes de véritable irradiation en regard et rapprochées, il semble qu'elle doit agir aussi sur les bandes de fausse irradiation résultant de la myopie ou d'une accommodation inexacte, mais on peut inférer des expériences de Welcker, qu'elle n'est pas assez intense pour qu'on puisse en constater nettement l'effet dans le cas de la fausse irradiation, sans doute parce que celle-ci est produite par l'action directe de la lumière. De là la conséquence bien probable que la véritable irradiation n'est point engendrée par cette action directe, et qu'ainsi elle résulte d'une propagation de l'impression.

Une seule théorie pourrait peut-être lutter avec celle que je soutiens : c'est la théorie de Meyer, qui fait dépendre l'irradiation uniquement de l'aberration de sphéricité de l'œil ; mais alors il faudrait admettre que cette aberration est énormément plus grande que l'aberration de réfrangibilité, et, en outre, que tandis que la réaction propagée de la rétine paraît ne pas amoindrir sensiblement les cercles de diffusion dus à la myopie ou à une accommodation inexacte, elle détruit parfaitement ceux qui proviennent de l'aberration de sphéricité.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1877.

Le 1er, à 10 $^1/_2$ h. du matin, et le soir à 8 h., très-faible chute de neige.

3, à 8 h. matin brouillard ; à 11 h., couronne solaire. Le soir, lumière zodiacale.

5, gelée blanche le matin ; le soir, lumière zodiacale.

6, gelée blanche le matin.

7, id.

12, fort vent du SSO. dans la soirée, et dans la nuit suivante, forte pluie.

13, fort vent du SSO. et pluie toute la journée.

15, forte rosée le matin ; brouillard de 7 à 11 h. du matin.

16, fort vent du SSO. et du Sud tout le jour ; le soir à 8 h., éclairs au Nord et au Nord-Ouest.

17, neige dans la nuit sur toutes les montagnes des environs ; à 9 h. $^1/_2$ du matin couronne solaire. Le soir à 10 h. grésil.

19, gelée blanche le matin ; à 1 h. halo solaire. A 10 h. du soir le vent du Sud commence à souffler avec violence et il dure toute la nuit. Dans la matinée du 20, il tourne au SSO., puis au SO. ; neige l'après-midi et le soir.

21, le matin à 6 h. la hauteur de la neige tombée la veille et la nuit était de 65mm ; il y a eu à plusieurs reprises des giboulées de neige dans la journée, mais elle fondait à mesure qu'elle tombait. Le soir à 10 h. les nuages sont chassés par un fort vent du nord.

22, fort vent du NE. depuis 10 h. matin ; à midi, giboulée de neige pendant quelques instants. La neige tombée la veille et l'avant-veille a entièrement disparu dans la plaine.

23, faible gelée blanche le matin.

24, faible chute de neige le soir et dans la nuit suivante.

26, fort vent du SSO. dans la journée, qui tourne au SO. à 6 h. du soir, et à l'Ouest à 8 h.

27, à 1 h. halo solaire; fort vent du SO. et du Sud depuis 8 h. du soir et dans la nuit suivante, pendant laquelle il y a eu une faible chute de neige.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 6 à 8 h. matin	738,32
14 à 8 h. soir	731,09
18 à 10 h. soir	732,18
22 à 8 h. soir	721,31
24 à 8 h. soir	724,15
28 à 8 h. soir	730,83

MINIMUM.

	mm
Le 13 à 2 h. après midi	726,23
16 à 10 h. soir	724,95
21 à 6 h. matin	712,70
23 à 6 h. matin	718,90
26 à 6 h. soir	715,80

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm
1	730,66	+ 3,21	— 0,08	— 0,53	— 2,7	+ 2,2	3,81	—0,41	843	— 2	670	920	0,3	1	SO. 1	1,00	+6,1	+ 1,3	121,2
2	732,67	+ 5,26	+ 3,51	+ 3,00	+ 0,2	+ 7,1	5,36	+1,13	904	+ 61	790	940	...	...	variable	0,87	6,4	+ 1,6	119,5
3	734,27	+ 6,91	+ 4,52	+ 3,94	+ 1,5	+ 7,2	5,55	+1,31	894	+ 52	720	940	...	...	SE. 1	0,68	6,4	+ 1,6	119,0
4	734,16	+ 6,85	+ 4,28	+ 3,63	+ 0,6	+ 7,5	4,57	+0,32	752	— 88	470	930	0,4	2	SO. 1	0,96	..	.....	121,0
5	737,21	+ 9,95	+ 1,72	+ 1,00	— 0,8	+ 5,0	3,52	—0,74	702	—137	500	860	...	...	NNE. 1	0,02	6,6	+ 1,8	119,4
6	737,74	+10,53	+ 1,20	+ 0,40	— 3,4	+ 5,0	3,60	—0,67	745	— 92	510	900	...	...	variable	0,72	6,6	+ 1,8	115,6
7	737,03	+ 9,87	+ 4,05	+ 3,18	— 1,0	+10,9	4,70	+0,42	775	— 60	490	910	...	...	variable	0,31	6,6	+ 1,8	117,2
8	733,63	+ 6,52	+ 6,99	+ 6,04	+ 3,0	+12,0	5,77	+1,49	778	— 56	620	920	...	...	SO. 1	0,90	6,7	+ 1,8	119,1
9	732,89	+ 5,84	+ 7,08	+ 6,05	+ 4,4	+10,3	6,36	+2,07	853	+ 21	680	900	0,2	2	variable	0,94	6,6	+ 1,7	114,8
10	731,33	+ 4,33	+ 7,47	+ 6,36	+ 5,2	+11,7	5,74	+1,44	762	— 68	520	960	0,6	4	SO. 1	0,82	6,7	+ 1,8	115,4
11	731,16	+ 4,22	+ 7,32	+ 6,12	+ 3,0	+11,8	5,73	+1,42	755	— 73	590	900	...	...	SO. 1	0,82	..	.....	113,0
12	730,96	+ 4,08	+ 8,91	+ 7,63	+ 4,9	+12,7	6,41	+2,09	762	— 64	540	930	5,8	7	SSO. 2	0,92	6,7	+ 1,8	111,4
13	726,50	— 0,32	+10,88	+ 9,51	+ 8,7	+12,7	7,87	+3,54	814	— 10	740	840	26,1	24	SSO. 2	1,00	6,7	+ 1,8	116,0
14	730,46	+ 3,70	+ 9,45	+ 7,99	+ 6,8	+14,0	7,01	+2,68	820	— 2	660	940	0,4	2	S. 1	0,76	6,8	+ 1,9	123,8
15	729,05	+ 2,35	+ 6,24	+ 4,69	+ 2,0	+11,3	6,42	+2,08	904	+ 84	690	1000	...	...	variable	0,43	6,9	+ 1,9	131,8
16	726,84	+ 0,20	+10,79	+ 9,15	+ 4,3	+14,8	6,70	+2,35	685	—133	550	740	...	...	SSO. 2	0,57	7,0	+ 2,0	131,7
17	727,05	+ 0,47	+ 4,36	+ 2,62	+ 3,1	+10,6	4,34	—0,02	724	— 92	450	890	10,2	6	variable	0,64	7,1	+ 2,1	136,2
18	731,40	+ 4,88	+ 3,66	+ 1,83	+ 1,1	+ 7,0	4,75	+0,38	813	— 1	630	930	...	...	N. 2	0,17	..	.....	135,0
19	727,51	+ 1,05	+ 4,13	+ 2,20	— 0,9	+ 8,4	4,39	+0,01	725	— 87	530	970	...	...	SSO. 1	0,94	7,1	+ 2,0	134,5
20	717,14	— 9,25	+ 3,15	+ 1,12	+ 0,5	+ 8,0	4,51	+0,13	814	+ 4	630	900	4,2	8	SSO. 3	0,99	6,7	+ 1,6	133,5
21	714,85	—11,48	+ 0,91	— 1,22	— 0,2	+ 3,0	4,57	+0,18	942	+135	840	1000	4,7	7	S. 1	0,98	6,7	+ 1,6	141,3
22	720,40	— 5,87	+ 1,36	— 0,87	— 0,7	+ 3,4	3,26	—1,14	667	—138	510	930	...	...	NE. 2	0,66	6,5	+ 1,3	139,0
23	719,40	— 6,80	— 0,57	— 2,90	— 5,0	+ 2,6	3,48	—0,93	789	— 14	620	910	...	...	NNE. 2	0,21	6,5	+ 1,3	137,7
24	723,61	— 2,53	+ 0,62	— 1,82	— 4,6	+ 5,7	3,13	—1,29	672	—128	410	900	...	...	SO. 1	0,72	6,5	+ 1,3	138,0
25	721,60	— 4,48	+ 3,93	+ 1,39	— 0,2	+ 7,7	5,15	+0,72	848	+ 50	730	960	1,1	5	SO. 1	1,00	..	.....	135,8
26	718,77	— 7,24	+ 7,14	+ 4,49	+ 3,8	+10,7	5,01	+0,57	688	—108	500	840	3,4	4	SO. 3	0,91	6,6	+ 1,3	133,2
27	725,00	— 0,95	+ 2,02	— 0,74	— 0,2	+ 5,5	3,29	—1,16	647	—146	390	920	...	...	variable	0,70	6,5	+ 1,2	138,3
28	728,52	+ 2,63	— 2,09	— 4,96	— 2,8	+ 2,0	2,81	—1,65	735	— 56	610	790	0,6	3	NNO. 2	0,43	6,4	+ 1,0	135,9

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1877.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	734,15	734,44	734,50	734,38	733,82	733,82	734,06	734,15	734,19
2e »	728,54	728,54	728,36	727,94	727,26	727,03	727,06	727,30	727,38
3e »	720,61	721,34	721,83	721,86	721,62	721,55	721,90	722,47	722,62
Mois	728,28	728,59	728,69	728,50	727,99	727,89	728,09	728,37	728,46
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 1,57	+ 1,91	+ 4,48	+ 6,48	+ 7,06	+ 6,77	+ 5,42	+ 4,40	+ 3,68
2e »	+ 5,01	+ 5,14	+ 7,19	+ 8,82	+ 9,52	+ 9,19	+ 8,28	+ 7,30	+ 6,51
3e »	— 0,21	+ 0,40	+ 1,74	+ 3,04	+ 4,01	+ 3,79	+ 3,05	+ 2,03	+ 1,66
Mois	+ 2,28	+ 2,64	+ 4,67	+ 6,34	+ 7,06	+ 6,78	+ 5,76	+ 4,76	+ 4,11
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	4,73	4,81	4,91	4,85	4,79	4,82	5,11	5,22	5,08
2e »	5,69	5,66	6,21	5,94	5,78	5,76	5,86	5,78	5,86
3e »	4,05	3,79	3,95	3,77	3,78	3,66	3,81	3,94	4,03
Mois	4,88	4,82	5,10	4,93	4,85	4,83	5,00	5,05	5,06
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	898	895	779	668	628	644	749	827	843
2e »	864	849	810	696	640	654	702	743	801
3e »	885	792	748	658	622	607	659	724	762
Mois	882	849	781	675	631	637	706	767	805

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 0,70	+ 7,89	0,72	+ 6,51	1,5	118,2
2e »	+ 3,35	+11,13	0,72	+ 6,87	46,7	126,7
3e »	— 1,24	+ 5,08	0,70	+ 6,53	9,8	137,4
Mois	+ 1,09	+ 8,24	0,72	+ 6,64	58,0	126,7

Dans ce mois, l'air a été calme 1,6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,33 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 26°,5 O. et son intensité est égale à 52,3 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE FÉVRIER 1877.

Le 1er, brouillard et neige pendant une partie de la journée ; la bise étant très-forte, la neige n'a pas pu être recueillie.
2, brouillard et forte bise jusqu'à 6 h. du soir.
4, brouillard le soir.
7, brouillard le soir.
8, brouillard tout le jour.
9, brouillard presque tout le jour, forte bise.
10, brouillard le soir, forte bise.
11, brouillard le matin.
12, neige depuis 8 h. soir.
13, neige tout le jour, forte bise.
14, neige et brouillard tout le jour, forte bise.
17, neige et brouillard tout le jour ; la neige n'a pu être recueillie qu'en partie, à cause de la violence de la bise.
18, brouillard le matin, forte bise.
20, neige dans la matinée par un fort vent du SO.
21 et 22, brouillard tout le jour, par une forte bise.
23, brouillard le matin et le soir.
25, brouillard et neige une partie de la journée.
26, idem idem
27, brouillard presque tout le jour, par une très-forte bise.
28, idem idem

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 8 h. soir	567,12	Le 4 à 2 h. après midi	565,23
7 à 10 h. matin	570,00	10 à 2 h. après midi	564,57
12 à 6 h. matin	566,26	13 à 10 h. matin	562,56
14 à 10 h. soir	567,32	17 à 4 h. après midi	558,65
18 à 10 h. soir	564,67	21 à 8 h. matin	547,29
22 à 8 h. soir	552,79	23 à 8 h. matin	550,84
25 à 8 h. soir	556,99	26 à 10 h. soir	552,63
27 à 10 h. soir	557,18	28 à 6 h. matin	552,87

SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1877.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.				
1	562,19	+ 1,74	561,04	563,86	— 8,38	+ 0,69	—12,8	— 5,5	.....	.....	....	NE.	2	0,99
2	565,34	+ 4,92	564,72	565,97	— 6,30	+ 2,76	—10,2	— 4,2	.....	.....	....	NE.	2	0,80
3	566,55	+ 6,17	565,85	567,12	— 5,56	+ 3,49	— 7,2	— 2,2	.....	.....	....	NE.	1	0,08
4	565,60	+ 5,26	565,23	566,38	— 9,16	— 0,12	—10,0	— 6,4	.....	.....	....	NE.	1	0,63
5	566,74	+ 6,44	565,71	567,58	—12,65	— 3,62	—14,2	—10,7	.....	.....	....	NE.	1	0,14
6	568,25	+ 7,98	567,59	569,26	— 8,71	+ 0,31	— 9,9	— 6,7	.....	.....	....	NE.	2	0,41
7	569,27	+ 9,04	568,66	570,00	— 4,90	+ 4,11	— 6,6	— 2,7	.....	.....	....	NE.	1	0,36
8	566,69	+ 6,49	566,15	567,46	— 5,85	+ 3,14	— 6,3	— 4,4	.....	.....	....	NE.	1	1,00
9	566,32	+ 6,15	566,19	566,47	— 5,18	+ 3,79	— 6,5	— 3,3	.....	.....	....	NE.	2	0,93
10	564,84	+ 4,70	564,57	565,30	— 5,92	+ 3,03	— 7,6	— 2,9	.....	.....	....	NE.	2	0,64
11	565,52	+ 5,42	565,36	565,88	— 4,01	+ 4,92	— 5,3	0,0	.....	.....	....	NE.	1	0,56
12	565,27	+ 5,20	563,85	566,26	— 4,80	+ 4,11	— 6,9	— 0,7	100	7,3	....	NE.	1	0,68
13	562,67	+ 2,63	562,56	562,84	— 2,29	+ 6,59	— 3,0	— 0,8	560	58,2	....	NE.	2	1,00
14	565,53	+ 5,52	564,02	567,32	— 2,88	+ 5,97	— 4,0	— 1,7	230	21,0	....	NE.	2	1,00
15	566,68	+ 6,70	566,37	567,27	— 2,33	+ 6,49	— 5,2	+ 1,3	.....	.....	....	NE.	1	0,23
16	564,03	+ 4,08	562,28	565,50	— 2,83	+ 5,96	— 5,3	+ 1,4	.....	.....	....	SO.	1	0,50
17	559,42	— 0,50	558,65	560,40	—10,90	— 2,14	—13,7	— 7,7	100	9,2	....	NE.	2	0,91
18	563,24	+ 3,35	560,88	564,67	—10,58	— 1,85	—12,4	— 9,3	.....	.....	....	NE.	2	0,31
19	562,14	+ 2,27	560,60	563,89	— 4,67	+ 4,02	— 7,9	— 0,2	.....	.....	....	NE.	1	0,79
20	552,47	— 7,38	550,37	556,21	—10,14	— 1,49	—12,2	— 8,2	140	9,6	....	SO.	2	0,78
21	548,61	—11,22	547,29	550,65	—13,28	— 4,67	—14,6	—11,7	.....	.....	....	NE.	3	0,90
22	552,22	— 7,59	551,35	552,79	—13,77	— 5,20	—15,4	—11,4	.....	.....	....	NE.	2	1,00
23	551,89	— 7,90	550,84	553,53	—16,14	— 7,61	—17,5	—13,2	.....	.....	....	NE.	1	0,37
24	554,96	— 4,81	553,77	556,50	—14,56	— 6,07	—18,3	—10,1	.....	.....	....	NE.	2	0,51
25	556,53	— 3,22	556,15	556,99	— 5,63	+ 2,81	— 7,2	— 3,0	70	5,8	....	NE.	1	0,76
26	554,82	— 4,91	552,63	556,54	— 5,82	+ 2,57	— 8,8	— 2,0	150	11,2	....	NE.	1	0,64
27	555,65	— 4,06	553,15	557,18	—14,42	— 6,08	—15,1	—13,0	.....	.....	....	NE.	2	0,93
28	555,21	— 4,49	552,87	556,88	—19,37	—11,08	—20,8	—14,7	.....	.....	....	NE.	3	0,88

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1877.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	566,00	566,03	566,26	566,12	566,07	566,17	566,33	566,51	566,52
2e »	563,24	563,15	563,05	562,84	562,48	562,46	562,58	562,49	562,38
3e »	552,85	553,00	553,38	553,70	553,82	553,97	554,24	554,47	554,58
Mois	561,26	561,28	561,43	561,40	561,29	561,36	561,54	561,64	561,63
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 8,08	— 8,07	— 6,91	— 5,65	— 5,77	— 6,63	— 7,32	— 7,45	— 7,18
2e »	— 6,50	— 5,68	— 4,42	— 3,40	— 3,12	— 4,88	— 6,07	— 6,36	— 6,63
3e »	—13,75	—13,36	—12,15	—10,80	—11,11	—12,40	—13,40	—13,23	—13,36
Mois	— 9,14	— 8,73	— 7,52	— 6,32	— 6,35	— 7,65	— 8,61	— 8,71	— 8,75

	Min. observé.	Max. observé	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 9,13	— 4,90	0,60	—	—
2e »	— 7,59	— 2,59	0,68	105,3	1130
3e »	—14,71	— 9,89	0,75	17,0	220
Mois	—10,18	— 5,50	0,67	122,3	1350

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 19,50 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 146,8 sur 100.

REVUE

DES

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE EN 1876

Par M. Marc MICHELI

(Suite et fin [1]).

§ 4. *Nutrition des végétaux; phénomènes divers qui s'y rattachent.*

Dans ce paragraphe, qui touche forcément à des sujets bien divers, nous examinerons successivement les travaux qui se rapportent à la chlorophylle et à sa constitution, à son rôle dans la nutrition, aux transformations chimiques dont les plantes sont le théâtre, aux éléments minéraux des cendres et à leur rôle dans les tissus, aux différentes substances qu'on rencontre dans les cellules et enfin à la germination des graines.

Dans un mémoire publié en 1874, M. Pringsheim [2] avait combattu la théorie des auteurs qui voient dans la chlorophylle un mélange de deux substances, une bleue et une jaune (p. ex. la cyanophylle et la xanthophylle de M. Kraus); il avait cherché à établir que les caractères optiques des solutions bien intreprétés montrent au contraire que le principe colorant de la chlorophylle est

[1] Pour la première partie de ce travail voyez ci-dessus, p. 249.

[2] *Monatsber. der Kön. preuss. Akad. der Wissensch.* Berlin, sept.-oct. 1874, et *Archives*, févr. 1875.

unique; les substances analogues que l'on rencontre dans les tissus, telles que l'étioline (principe colorant des plantes étiolées), l'anthoxanthine (principe colorant des fleurs jaunes), la xanthophylle (principe colorant des feuilles en automne), n'en sont que des modifications, des dérivés, offrant encore tous les caractères essentiels et en particulier les sept bandes d'absorption du spectre chlorophyllien, pourvu qu'on les emploie en solutions suffisamment concentrées et en couches assez épaisses.

Poursuivant aujourd'hui la démonstration de ses vues, le même éminent observateur [1] a étudié les qualités optiques du principe colorant des algues floridées; on extrait de ces végétaux deux matières colorantes, une rouge, soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool, et une verte, insoluble dans l'eau et soluble dans l'alcool. La plupart des auteurs avaient considéré cette dernière comme de la chlorophylle ordinaire, et la première comme un principe indépendant, la phycoérythrine de Kützing. M. Pringsheim montre que les deux solutions, convenablement préparées, donnent des spectres tout à fait comparables à celui de la chlorophylle. Les bandes d'absorption s'y retrouvent aux mêmes places; seulement les unes ou les autres sont affaiblies ou renforcées. Ce sont évidemment des dérivés de la chlorophylle, le principe vert représentant un degré de modification moins accentué.

Reprenant ensuite la question à un point de vue plus général, l'auteur de cette communication produit de nombreux arguments en faveur de l'autonomie des modifications de la chlorophylle. Il en trouve un premier dans

[1] Pringsheim, Ueber natürliche Chlorophyll-Modificationen und die Farbstoffe der Florideen. *Monatsber. der Kön. preuss. Akad. d. Wiss.* Berlin, décembre 1875.

l'indépendance relative des bandes d'absorption les unes vis-à-vis des autres ; tantôt c'est l'une, tantôt c'est une autre qui est altérée, renforcée ou affaiblie, de telle sorte que pour admettre, comme le font les partisans de la dualité de la chlorophylle, un mélange de principes colorants, il faudrait arriver à supposer l'existence d'une combinaison particulière pour chaque bande d'absorption. Il est bien plus simple et logique de dire que ces modifications des propriétés optiques cheminent parallèlement avec des transformations chimiques d'un seul et même principe.

M. Pringsheim arrive encore à montrer par l'emploi de solutions sursaturées d'étioline, d'anthoxanthine, etc., et par l'examen du précipité qu'il obtient ainsi, qu'il n'y a pas de chlorophylle normale mélangée à ces substances. Les caractères de leurs spectres, l'existence des sept bandes d'absorption de la chlorophylle dérivent donc bien de leur constitution elle-même. C'est encore un argument en faveur de l'idée que ces substances sont des dérivés de la chlorophylle et non pas des parties constituantes de ce principe complexe.

M. Leo Liebermann[1] a consacré une notice assez étendue au même sujet, et en procédant surtout par voie d'analyse spectrale il est arrivé à des conclusions qui ont plutôt le caractère d'hypothèses que de résultats précis. Il nous paraît surtout n'avoir pas attaché assez d'importance aux nombreuses observations publiées sur l'instabilité des solutions de chlorophylle surtout en présence de la lumière. Le spectre chlorophyllien qui a servi de base à ses

[1] L. Liebermann, Untersuchungen über das Chlorophyll, den Blumenfarbstoff und deren Beziehungen zum Blutfarbstoff. *Sitzber. der Wien. Akad.*, vol. LXXII, p. 599.

observations et à ses déductions théoriques s'écarte en outre d'une manière assez importante de ceux qu'avaient indiqués d'autres observateurs; il ne présente en particulier que quatre bandes d'absorption au lieu de sept qu'avaient si bien décrites MM. Hagenbach, Kraus, etc.

L'auteur de ce mémoire considère la première bande d'absorption comme produite par une combinaison acide (*acide chlorophyllique*), qu'il pense avoir réussi à isoler en partie; les trois autres bandes (une entre les lignes C et D, et deux entre les lignes D et E) seraient produites par une substance plutôt basique qui n'a pas pu être isolée et qui offrirait quelque analogie avec l'hématoglobine du sang (*phyllochromogène*). La chlorophylle résultant du mélange de ces deux corps serait donc une combinaison saline formée d'un acide et d'une base.

Le phyllochromogène peut, sous l'influence d'agents oxydants et réducteurs, revêtir les nuances les plus diverses; il est probablement la substance mère du principe colorant des fleurs. La genèse de ce dernier peut s'expliquer par l'intervention d'un acide ou d'un ferment qui décompose la chlorophylle; la combinaison basique mise en liberté devient par oxydation violette, bleue ou rouge.

Dans les feuilles fanées, la chlorophylle n'est pas décomposée; elle subit seulement une légère réduction. Enfin, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, M. Liebermann cherche à faire ressortir les analogies qui existent entre le phyllochromogène et le principe colorant des fleurs d'une part et le principe colorant du sang d'autre part. Cette analogie est particulièrement frappante dans la manière dont se comportent ces différentes substances à l'égard des agents oxydants ou réducteurs, du fer, ainsi que dans leurs propriétés fluorescentes.

M. G. Haberlandt[1] a publié des observations sur les changements de couleurs que présentent fréquemment en hiver les feuilles persistantes ; différents auteurs, MM. H. von Mohl, G. Kraus, Askenasy, etc., se sont déjà occupés du même sujet et ont émis différentes idées sur les causes du phénomène ; M. Kraus, en particulier ne voit là dedans qu'un effet des changements de température, tandis que M. Askenasy fait appel surtout à l'influence de la lumière. M. Haberlandt a étudié séparément les différentes nuances que revêtent les feuilles (jaune, brun, rouge) en hiver et est arrivé pour chacune à des résultats particuliers. La coloration jaune très-répandue et facile à observer chez les conifères des genres Thuya, Cupressus, etc., est surtout visible dans les parties du végétal les plus exposées à la lumière ; les grains de chlorophylle perdent peu à peu la netteté de leurs contours et tendent à se confondre avec le protoplasma. Cette dégénérescence qui est déjà visible vers le 15 octobre, bien avant les froids proprement dits, paraît dériver directement de l'action de la lumière ; la température n'y intervient qu'en ralentissant ou suspendant complétement certains phénomènes vitaux. La lumière détruit le principe colorant de la chlorophylle et celui-ci n'est pas recréé à mesure, comme cela arrive en été.

Il n'en est pas de même pour la dégénérescence brune des feuilles qui tient à un ensemble de phénomènes plus complexes que la jaune. M. Haberlandt qui l'a également observée surtout sur des conifères, l'attribue à la formation, aux dépens de la chlorophylle d'un principe colo-

[1] Gottlieb Haberlandt, Untersuchungen über die Winterfärbung ausdauernder Blätter. *Sitzber. der Akad. Wien.* Band LXXII, Avril 1876.

rant brun jaunâtre. A l'examen microscopique, le protoplasma semble uniformément coloré en brun, les grains de chlorophylle disparaissent, masqués par le nouveau pigment qui s'est développé. Ici c'est le froid qui paraît l'agent principal de la transformation; la lumière agit indirectement en favorisant le développement de certains principes (encore indéterminés), qui sous l'influence du froid modifieront la chlorophylle. C'est à cette action indirecte de la lumière qu'il faut attribuer le fait que la couleur brune comme la jaune est beaucoup plus marquée sur la face la plus éclairée des rameaux. Au printemps, le pigment brun disparaît et la chlorophylle, qui n'était que masquée par lui, est de nouveau visible avec sa teinte normale.

L'apparition de la teinte rouge des feuilles est uniquement liée à l'entrée de la plante dans sa période de repos; la lumière et la température semblent également indifférentes. Le pigment (anthocyanine) est ici dissous dans la séve; tantôt il ne colore que l'épiderme, tantôt aussi les cellules des faisceaux fibro-vasculaires, tantôt enfin tout le mésophylle. Enfin l'auteur a observé de nombreux cas de passages entre ces différents types de dégénérescence surtout entre les deux premiers.

Dans diverses communications adressées à la Société botanique de France, M. E. Mer[1] a étudié les phénomènes généraux qui accompagnent le dépérissement et la chute des feuilles, ainsi que la végétation des feuilles hivernales. Comme M. Sachs l'a décrit dans son traité de physiologie,

[1] E. Mer, Des phénomènes végétatifs qui précèdent ou accompagnent le dépérissement et la chute des feuilles. *Bullet. Soc. botan. de France*, XXIII, 176, 1876. — De la constitution et des fonctions des feuilles hivernales. *Ibid.*, p. 231.

M. Mer a reconnu que la première trace de désorganisation de la chlorophylle consiste dans la disparition plus ou moins complète de l'amidon qui persiste en dernier lieu dans les cellules des stomates. Les grains de chlorophylle se décolorent ensuite et se désorganisent peu à peu et sont remplacés dans les cellules par des globules jaunes également décrits par M. Sachs et qui sont un dérivé du protoplasma. Du reste, d'après l'état des tissus de la feuille et des tissus environnants, il est évident que la plus grande partie des matières organiques qu'elle contenait a passé dans la tige. Parmi les causes qui accélèrent la désorganisation et la mort des feuilles, M. Mer signale toutes celles qui sont de nature à hâter leur végétation, ou lorsque celle-ci se ralentit, à rendre plus difficile l'apport de l'eau nécessaire à leur existence. Tels sont, par exemple, l'âge des feuilles, la situation des rameaux plus ou moins découverts et par conséquent soumis aux intempéries, la distance des racines, l'exposition plus ou moins directe aux rayons du soleil qui accélèrent la végétation et en raccourcissent le cycle.

En traitant de la décoloration des feuilles caduques, M. Mer y signale l'existence fréquente d'une matière brune indépendante de la chlorophylle analogue probablement à celle qu'a décrite M. Haberlandt dans les feuilles persistantes. Il étudie ensuite spécialement l'apparition du principe rouge des feuilles de *Cissus quinquefolius.* Ce principe, sous la forme d'une séve colorée, envahit d'abord le pétiole principal, puis les pétioles secondaires, puis le limbe en s'accumulant surtout ou même exclusivement dans les portions les plus exposées à la lumière du soleil. Celle-ci, de même que la température, paraît agir directement sur la formation de ce pigment, ainsi que

l'on peut le conclure des expériences faites sur des rameaux transportés dans une chambre.

Passant ensuite à la *chute* des feuilles, M. Mer étudie la *couche séparatrice* qui a été signalée par M. Mohl à la base du pétiole. Cette couche est toujours en automne gorgée de principes nutritifs; les cellules se multiplient et c'est ce fait même qui fait tomber la feuille. L'auteur montre que ces principes nutritifs sont puisés dans le réservoir de la tige et que lorsque le limbe ne végétant plus ne les attire pas avec assez d'énergie ils s'accumulent à sa base. En conséquence, il n'est pas juste d'établir une distinction entre les feuilles *articulées* et les feuilles *marcescentes;* les mêmes phénomènes se présentent chez toutes, seulement chez ces dernières la vitalité du limbe a, pour une cause quelconque, persisté plus longtemps et lorsqu'elle se suspend à son tour, la température est devenue trop rigoureuse pour que la couche séparatrice puisse se former.

Dans les feuilles hivernales, M. Mer s'est moins attaché aux phénomènes de décoloration, comme l'a fait M. Haberlandt, qu'aux manifestations du plus ou moins de vitalité de la chlorophylle. Il signale l'altération partielle des grains de chlorophylle, entre lesquels paraissent quelques-uns des corpuscules jaunes signalés dans les feuilles caduques. En somme, les phénomènes sont dans leurs traits généraux les mêmes; seulement, dans les feuilles persistantes, les altérations n'atteignent pas la même gravité, différence due probablement à l'épaisseur des feuilles hivernales et à la solidité de leurs parois cellulaires. Certains végétaux tels que le *Mahonia*, le *Ligustrum californicum* dont les feuilles tombent peu à peu pendant tout l'hiver, servent de passage entre les deux groupes.

Les feuilles hivernales ne renferment pas d'amidon en général depuis la fin d'octobre, jusqu'au mois de mars. D'après les expériences de l'auteur, ce n'est pas qu'elles cessent d'en produire, mais c'est plutôt que tous les phénomènes étant très-ralentis, il est produit en très-petite quantité et emmené ou utilisé à mesure. Enfin, M. Mer signale les couches chlorophylliennes du milieu de la feuille comme aussi celles qui se trouvent dans le voisinage des faisceaux fibro-vasculaires du pétiole, comme plus spécialement destinées à l'accumulation et au transport de la matière amylacée.

M. Mer[1] a fait encore une série d'expériences sur l'influence de l'immersion sur les feuilles des plantes aériennes. Prolongé assez longtemps, ce traitement leur est toujours fatal, surtout si elles sont séparées de la tige; l'eau pénètre dans les lacunes du parenchyme et de là dans les cellules elles-mêmes où elle amène une suspension des fonctions vitales. Mais l'action la plus marquée de l'immersion est l'interruption presque complète de la production de l'amidon, interruption qui précède de beaucoup le moment où la feuille elle-même a souffert. A la lumière du soleil, il y a encore un peu d'amidon produit, à la lumière diffuse, pas. La disparition de la matière amylacée dans l'eau marche même plus vite à la lumière que dans l'obscurité; ce qui s'explique par ce que l'activité fonctionnelle est moins ralentie. Les feuilles non encore entièrement développées ne grandissent plus après leur immersion. Des recherches comparatives faites avec des plantes aquatiques ont montré que l'amidon n'était abondant dans les feuilles submergées que lorsque la plante

[1] E. Mer, Des efforts de l'immersion sur les feuilles aériennes. *Ibid.*, p. 243.

n'en porte pas d'autres ; si elle a aussi des feuilles aériennes, ce sont celles-ci qui produisent l'amidon. L'auteur signale, en terminant, qu'il n'a jamais trouvé de glucose dans les plantes aquatiques.

Dans un mémoire assez étendu, M. Wiesner[1] a résumé l'ensemble de nos connaissances sur les substances qui altèrent le principe colorant de la chlorophylle ; il a successivement passé en revue l'action des acides, du tannin, de la térébenthine, des rayons lumineux et a recherché ensuite comment dans les végétaux vivants la chlorophylle est mise à l'abri de ces influences fâcheuses. Le principe colorant est toujours fixé dans les granules protoplasmiques et tant que la cellule est vivante, les grains de chlorophylle restent entourés de protoplasma. Ce sont des propriétés de cette substance qui préservent le principe colorant de l'action des acides organiques répandus dans la séve. Les phénomènes de diffusion à travers le protoplasma sont très-mal connus, mais il est facile de citer bien des substances pour lesquelles il est complétement imperméable tant qu'il est vivant et qui le traversent aisément après la mort de la cellule. Il est non pas absolument prouvé, mais très-vraisemblable qu'il en est de même pour les acides, le tannin, etc., répandus dans la séve ; tant que la cellule est vivante, la chlorophylle, protégée par le protoplasma, garde sa couleur et exécute ses fonctions ; mais le protoplasma a-t-il perdu ses propriétés caractéristiques, elle est aussitôt altérée. Quelques expériences bien simples viennent à l'appui de cette manière de voir. Si, par exemple, on trempe dans l'eau bouillante des feuilles d'*Oxalis acetosella*, dont la séve est

[1] Jul. Wiesner, Die natürlichen Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls. Vienne, 1876.

particulièrement acide, elles se décolorent très-rapidement et deviennent d'un brun sale. Il en est de même pour les feuilles gelées transportées brusquement dans une atmosphère trop chaude. Ces phénomènes ne peuvent s'expliquer que par la mort du protoplasma qui permet à la séve acide d'agir directement sur la chlorophylle; ni le froid, ni la température ne suffisent à eux seuls, pour décolorer celle-ci.

L'action destructrice de la lumière sur le principe colorant avait été déjà précédemment spécialement étudiée par M. Wiesner[1]. Il avait démontré que deux actions inverses ont constamment lieu au sein des cellules des feuilles; certains rayons lumineux détruisent la couleur verte par oxydation, d'autres la reproduisent; nous n'avons sous les yeux que la différence entre ces deux phénomènes. Mais pour que les feuilles revêtent leur nuance caractéristique et puissent assimiler, il faut que l'action créatrice pendant la période où les tissus sont encore en voie de développement prenne le pas sur l'action destructrice. En somme, la chlorophylle se colore à une intensité lumineuse beaucoup plus faible que celle qui est nécessaire pour la détruire; le but cherché pourra être atteint si les jeunes feuilles sont, au début de leur existence, après leur sortie du bourgeon, protégées contre un rayonnement trop intense. M. Wiesner signale successivement les différentes particularités d'organisation qui concourent à ce résultat. Certaines plantes se développent toujours sous une ombre épaisse et n'ont alors aucun moyen de protection. Chez d'autres, c'est l'épiderme qui remplit ce rôle; il est couvert de poils ou d'une épaisse

[1] *Sitzungsber. der Kön. Acad. der Wissensch. Wien*, 1874.

couche de cuticule qui affaiblit l'intensité des rayons lumineux; ailleurs il est extrêmement brillant et la lumière en partie réfléchie, n'arrive qu'adoucie aux cellules à chlorophylle. Certaines feuilles restent, en sortant du bourgeon, plus ou moins repliées ou enroulées et ne se déploient que lorsqu'elles ont revêtu leur couleur accentuée. Dans d'autres cas elles restent pendant un temps par une sorte d'héliotropisme négatif redressées ou appliquées contre les rameaux; ou bien les folioles mobiles complétement étalées le matin, se relèvent un peu pendant la journée, de manière à diminuer l'angle d'incidence des rayons (*Robinia pseudo-acacia*). Quelquefois ce sont des organes particuliers, poils de la tige, stipules, gaînes, qui abritent les jeunes feuilles. La plupart de ces détails d'organisation servent en même temps à d'autres buts, par exemple, à diminuer l'évaporation ou le rayonnement calorique.

Depuis les brillantes découvertes de M. Sachs sur l'origine de l'amidon dans les grains de chlorophylle, on a toujours admis que l'assimilation directe aux dépens de l'acide carbonique de l'air en était la seule source possible. Dans une communication récente, M. Böhm[1] a montré que ce point de vue n'est pas complétement exact, qu'il est en tout cas beaucoup trop absolu. D'après ses expériences, l'amidon qu'on trouve dans les grains de chlorophylle n'est point exclusivement un produit de l'assimilation. Une lumière suffisamment intense pour décomposer l'acide carbonique a en même temps la propriété d'attirer l'amidon depuis la tige jusque dans les feuilles, lui faisant ainsi refaire en sens inverse le chemin qu'il a parcouru après sa

[1] Jos. Böhm, Ueber Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern. *Sitzungsber. der K. Akad. der Wiss. Wien.* Bd. LXXII, Heft I.

production dans la chlorophylle. Les expériences qui ont conduit M. Böhm à cette conclusion ne demandent point à être spécialement décrites; elles sont fort simples, il ne s'agit que de faire végéter dans une atmosphère dépourvue d'acide carbonique des jeunes plantes dont les feuilles ont perdu tout leur amidon dans l'obscurité. Celui qu'on trouvera dans les grains de chlorophylle au bout d'un certain temps devra nécessairement provenir de l'intérieur de la plante. Dans le *Phaseolus multiflorus* (espèce qui a servi à toutes ces expériences) le transport de l'amidon dans la chlorophylle est facilement reconnaissable au bout de dix à quinze minutes d'insolation directe.

Pour toute recherche sur la formation *autochthone* de l'amidon dans la chlorophylle, il faut donc s'assurer préalablement qu'on emploie des plantes complétement désamylées. Ce n'est pas toujours bien facile, d'autant moins que lorsqu'il en est ainsi, la chlorophylle commence à être altérée et impropre à la production d'amidon. Il sera donc avantageux d'employer dans ces recherches, non pas des plantes entières, mais des feuilles coupées qui conservent toute leur force végétative bien assez longtemps pour qu'on puisse observer toutes les premières phases du phénomène. Elles se dépouillent très-promptement de leur amidon dans l'obscurité et, placées dans l'eau à une lumière suffisante, elles produisent quelques racines par leur pétiole et même augmentent en surface si elles n'ont pas encore atteint leur diamètre définitif. Sous l'influence des rayons directs du soleil et dans une atmosphère contenant huit pour cent d'acide carbonique, elles renferment des traces visibles d'amidon au bout de dix à quinze minutes. Si l'air est agité, il faut environ trois quarts d'heure. Dans ces conditions, il n'est pas in-

vraisemblable qu'après la décomposition de l'acide carbonique, le carbone se combine directement avec l'eau pour former l'amidon.

Enfin M. Böhm s'est assuré par des expériences comparatives que le *Phaseolus multiflorus* n'absorbe par ses racines l'acide carbonique sous aucune forme. Les plantes végétant dans une atmosphère dépouillée d'acide carbonique, et élevées les unes dans du sable pur arrosé de solutions nutritives, les autres dans un sol riche en humus, ont péri en même temps que celles qui se développaient dans un substratum aride.

M. Godlewski[1] ne semble pas avoir remarqué les migrations d'amidon qu'a signalées M. Böhm; il a, au contraire montré que même sous l'influence de la lumière, l'amidon disparaît des grains de chlorophylle lorsque l'atmosphère ambiante ne renferme pas d'acide carbonique. C'est une preuve nouvelle de la nécessité absolue de la présence de ce gaz pour la production de l'amidon. Sous l'influence des rayons solaires, l'amidon se développe quatre fois plus vite dans une atmosphère renfermant six à huit pour cent d'acide carbonique que dans l'air ordinaire; mais une plus forte proportion ralentit ce phénomène.

M. Briosi[2] ayant reconnu que les grains de chlorophylle de la vigne ne contiennent jamais aucune trace d'amidon, pense que peut-être le tannin joue un grand

[1] E. Godlewski, Ueber die Bildung und Auflösung der Stärke in den Chlorophyllkörnern. *Bibliogr. Berichte über die Publicationen der Ak. der Wissensch. in Krakau.* Erstes Heft. Extrait dans *Bot. Zeit.* 1876, N° 52, p. 828.

[2] Giov. Briosi, Lavoro della Clorofilla nella vite. *Stazione speriment. agrarie italiane*, vol. V, fas. 3, et *Botan. Zeit.* 1876, N° 50.

rôle dans la nutrition de cette plante, et cite à l'appui de cette manière de voir un certain nombre de données anatomiques.

Dans une expérience faite avec un rameau de marronnier, M. Corenwinder[1] a reconnu que dans certains cas les feuilles peuvent se développer dans une atmosphère privée d'acide carbonique; elles décomposent alors le gaz qui circule dans leurs tissus.

M. Boussingault[2] a fait germer dans du sable calciné des graines de maïs placées dans un flacon bien bouché rempli d'air privé d'acide carbonique. D'après la végétation des jeunes plantes, il était évident que les feuilles, par leur respiration, avaient commencé par produire une atmosphère artificielle dans laquelle elles puisaient l'acide carbonique qu'elles décomposaient ensuite sous l'influence de la lumière; au bout de six semaines les plantes avaient $0^m,24$ de haut avec trois feuilles bien vertes. A l'analyse, on constata une légère déperdition de matière organique, déperdition qui portait surtout sur le carbone et l'oxygène. Tout l'acide carbonique produit par la respiration n'a pas été utilisé; une partie est restée dans l'eau, dans le sable, etc. De cette expérience ressort une preuve nouvelle de la faculté créatrice de la cellule à chlorophylle, faculté que celle-ci possède seule, et qui fait d'elle le trait d'union indispensable entre le monde inorganique et les êtres organisés.

[1] Corenwinder, Fonction des feuilles, origine du carbone. *Comptes-Rendus* 1876, 15 mai (vol. LXXXII).

[2] Boussingault, Végétation du maïs commencée dans une atmosphère exempte d'acide carbonique. *Ann. Chim. et Phys.* 1876, VII, p. 133.

MM. Saint-Pierre et Magnin[1] ont démontré que les fruits du baguenaudier (*Colutea arborescens*) qui avant la maturité renferment beaucoup de gaz fonctionnent comme les tissus animaux ; même lorsqu'ils sont verts ils ne cessent pas d'absorber de l'oxygène et d'exhaler de l'acide carbonique. Aussi le gaz qu'ils contiennent est-il beaucoup plus riche (0,50 à 2,32 pour cent) en acide carbonique que l'air atmosphérique.

M. E. Godlewski[2] cherche à montrer que la méthode de compter les bulles de gaz qui s'échappent des feuilles plongées dans l'eau pour estimer l'énergie de l'assimilation n'est pas exacte. Si le travail chimique des feuilles est peu actif, le contenu des cellules a le temps de se saturer d'acide carbonique non décomposé qui passe par diffusion dans les espaces intercellulaires et sort sous forme de bulles gazeuses. Les résultats obtenus dépendent en grande partie de la proportion d'acide carbonique qui est contenu dans l'eau. S'il y en a beaucoup on observe un dégagement de bulles gazeuses même sans aucune assimilation; s'il y en a au contraire peu, le dégagement de bulles pourra cesser complétement avant que l'assimilation soit arrêtée. Cette méthode d'expérimentation a cependant été employée par des auteurs qui ont contrôlé leurs résultats avec le plus grand soin.

Le rôle des acides organiques dans les végétaux, de

[1] Saint-Pierre et Magnin, Gaz contenus dans les fruits du baguenaudier. *Comptes-Rendus*, 1876, 21 août.

[2] E. Godlewski, Kritik der Methode der Gazbläschenzählung als Mass der Assimilations-Intensität bei den Wasserpflanzen. *Bibliogr. Bericht d. Akad. d. Wissensch. in Krakau.* I. Heft. 1876. Extrait d. *Bot. Zeit.* 1876, N° 52.

même que les transformations successives d'où finissent par sortir les hydrates de carbone, n'ont jamais été complétement élucidés. Liebig et Rochleder admettaient que l'acide oxalique et l'acide tartrique sont des degrés intermédiaires entre l'acide carbonique et les hydrates de carbone. Davy, M. Sachs sont plutôt partisans de la formation directe des hydrates sans combinaisons intermédiaires. M. Stutzer a fait à ce sujet des expériences intéressantes en faisant végéter des plantes de Brassica Napus dans une atmosphère dépouillée d'acide carbonique, et en leur fournissant le carbone sous forme de tartrate et d'oxalate de chaux offerts en solution aux racines. La végétation a été normale; il en était de même pour les plantes aquatiques plongées dans une solution des mêmes sels; sous l'influence des rayons solaires, elles exhalaient de l'oxygène. Donc dans les conditions de l'expérience, les acides organiques peuvent remplacer l'acide carbonique comme source de carbone. Mais ils peuvent être utilisés de deux manières différentes: ou bien ils sont désoxydés peu à peu en hydrates de carbone; ou bien, au contraire, ils sont suroxydés en acide carbonique, puis réduits par la chlorophylle. Si l'on prend des précautions pour enlever à mesure l'acide carbonique produit, la plante souffrira si c'est la deuxième hypothèse qui est vraie ; elle se développera normalement si c'est la première. Dans les expériences faites dans ce sens, l'acide oxalique n'a pas été utilisé, les plantes ont péri et ce résultat s'applique à tout le groupe carboxylique. L'acide tartrique, au contraire, et les combinaisons du groupe alcoolique ont été

[1] Stutzer, Metamorphosen der Gruppen COOH, CH, CH_3 u. CH_2 in lebenden Pflanzen. *Ber. der deutschen Chem. Gesellschaft*, Berlin, 23 octobre 1876.

utilisées directement, les plantes ont produit de nouvelles feuilles.

Ainsi les combinaisons du groupe carboxylique ne peuvent jouer un rôle dans la nutrition des plantes qu'en étant d'abord suroxydées; tandis que celles du groupe alcoolique sont utilisées directement. Le groupe méthylique se rapproche du groupe alcoolique, mais donne des résultats moins favorables que lui.

Déjà en 1875 M. A. Mayer[1] avait obtenu des résultats analogues pour l'acide oxalique; en faisant des expériences sur la végétation de rameaux de vigne, il avait reconnu que cet acide n'est pas utilisé directement.

M. Stutzer[2] a encore fait des essais sur l'influence de l'oxyde de carbone sur la végétation; comme tous ceux qui se sont occupés de ce gaz, il a reconnu qu'il est pour les végétaux un poison violent et que, par conséquent, il n'est pas exact de le considérer comme l'ont fait certains chimistes, comme un intermédiaire nécessaire entre l'acide carbonique et les hydrates de carbone.

Dans une communication sur la végétation des moisissures aux dépens de substances organiques, MM. Fausto Sestini et Giacomo del Torre[3] ont montré que le développement de ces champignons ne diminue pas sensiblement la proportion de l'azote du substratum (dans la plupart des expériences c'était du petit-lait), et même dans certains cas l'augmente un peu; il n'est pas prouvé

[1] *Landw. Vers.-Stat.*, XVIII, p. 410.

[2] Stutzer, Wirkungen von CO auf Pflanzen. *Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch.* Berlin, 13 nov. 1876.

[3] Fausto Sestini et Giacomo del Torre, Entziehen Schimmelpilze welche auf den organischen Stoffen sich bilden und wachsen aus der atmosphärischen Luft Stickstoff? *Landwirthschaftl. Vers.-Stat.* 1876, vol. XIX, p. 8.

par là que l'azote du champignon dérive directement de celui de l'air; il est, au contraire, probable qu'il dérive de l'ammoniaque répandu dans l'atmosphère. Ces expériences faites dans la station d'essai de Rome avaient surtout pour but d'étudier l'influence des moisissures sur la richesse en azote des substances organiques employées comme engrais.

MM. W. Knop et H. Dworzak[1] ont fait de nombreuses expériences sur l'absorption des sels minéraux par les plantes et sur le rôle que chacun d'entre eux joue dans les phénomènes généraux de nutrition. En opérant avec des solutions de même composition mais de concentration variée, ils ont reconnu d'abord que le degré de concentration le plus favorable à la végétation, varie de 0,5 à 5 pour 1000.

Pour chacun des sels qui sont considérés comme principes nutritifs, il existe une solution telle que la racine l'absorbe sans appauvrir ni concentrer le liquide restant (près de 1 pour 1000 en général). La concentration est-elle plus élevée, la racine absorbera un liquide plus dilué ; l'est-elle au contraire moins, elle absorbera relativement plus de sel que d'eau, la solution extérieure s'appauvrira peu à peu. Cependant, la plante absorbe des quantités absolues de sel plus considérables dans les liquides plus concentrés que dans les autres.

M. Knop avait déjà remarqué dans des communications précédentes que les végétaux dicotylédonés s'accommodent en général d'une solution plus diluée que les mo-

[1] Hugo Dworzak und W. Knop, Chemisch-physiologische Untersuchungen über die Ernährung der Pflanzen. *Bericht über die Verh. der K. Sächs. Gesellsch. der Wissensch.* Leipzig, I, p. 29. — Résumé dans les *Annales des Sciences naturelles*, 6e série, vol. III, p. 375.

nocotylédonés. Il insiste aussi sur ce fait, que les résultats *positifs* d'une expérience sont très-faciles à analyser, et fournissent de bonnes conclusions, il n'en est pas de même des résultats *négatifs*. Les changements de température, d'insolation, etc., ont tant d'influence sur le cours de la végétation, qu'on ne saurait être trop réservé dans les conclusions relatives à l'influence des liquides nourriciers. Il faut que les études aient été prolongées pendant plusieurs années.

Les expériences ont été faites avec des plantes de haricots et de maïs, dans des solutions renfermant de l'azotate de chaux, du sulfate de magnésie, du sulfate de potasse et de l'azotate de potasse, ce dernier sel étant remplacé quelquefois par du chlorure de potassium et quelquefois par du chlorure de calcium. Les solutions dans lesquelles il y a eu, dans un temps égal, le plus de matière sèche produite, présentaient une concentration de 4 à 5 pour 1000 ; le haricot vit encore bien dans une solution à 1 pour 1000; mais ce titre est trop faible pour le maïs. En général, quoique les bases et les acides minéraux n'entrent pas eux-mêmes pour une part essentielle dans l'augmentation de matière sèche, ce sont les plus grandes plantes qui ont absorbé le plus de matière minérale (maïs). La richesse relative des matières sèches en éléments des cendres, varie dans des plantes différemment nourries.

La chaux et la potasse se sont comportées comme les deux bases que la plante exige le plus impérieusement pour la production de matière sèche. Ce sont les individus les plus lourds qui en renfermaient la plus grande proportion; la magnésie, beaucoup moins importante comme rôle et proportion, ne peut pas remplacer une des deux bases précédentes.

L'absorption de l'acide phosphorique suit les mêmes lois générales que celle de la potasse ; elle augmente quand celle-ci augmente. La plante sait en prendre des quantités considérables même dans une solution très-diluée. En outre, comme cet acide est absorbé en quantités différentes de celles qui correspondraient au phosphate de potasse, il faut que, par suite d'une décomposition, il pénètre dans la plante en combinaison avec une autre base qui est probablement la chaux. Du reste, quelle que soit dans la nutrition l'importance de cet acide, celle de la potasse est encore plus grande, puisque le rapport de l'acide à la base dans le phosphate de potasse (1,5 : 1), se trouve renversé dans les substances minérales qu'absorbe la plante ; le surplus de potasse est fourni par l'azotate. L'acide sulfurique est dans les deux plantes en expérience, absorbé en quantités absolues beaucoup plus faibles que l'acide phosphorique ; mais relativement le maïs en exige plus que le haricot pour produire le même poids de matière sèche.

L'étude de l'influence du chlore a donné lieu à une observation intéressante, c'est l'*effet dépressif de ce corps sur l'absorption de la chaux ;* plus il y a de chlore absorbé moins il y a de chaux ; la chaux ainsi refusée n'est pas remplacée par la potasse, et comme la magnésie joue un rôle moins important, on obtient comme résultat final *une forte augmentation de l'élément acide vis-à-vis de l'élément basique* dans la somme des matières minérales absorbées, et cette acidité proviendra surtout de l'acide phosphorique. On peut rapprocher ce fait d'une observation de M. Arendt, d'après laquelle l'acide phosphorique est la substance minérale qui présente la plus forte migration des feuilles à travers la tige, jusque dans le fruit

où il s'accumule au point d'en rendre les cendres acides. Il n'est donc pas invraisemblable qu'une augmentation dans la quantité d'acide phosphorique libre soit favorable au développement du fruit. Ainsi se trouveraient expliquées les observations de quelques physiologistes qui ont cru reconnaître dans le chlore un agent favorable à la fructification.

MM. Fliche et Grandeau[1] ont publié un travail important sur la composition chimique des feuilles et ses modifications suivant l'âge et l'espèce examinée. Les données sur ce sujet sont peu nombreuses, et ont cependant un grand intérêt surtout au point de vue de la proportion, de la composition des cendres et du rôle de leurs différents éléments. Les recherches ont porté sur le *Robinia pseudo-acacia*, le *Cerasus avium*, le *Castanea vulgaris* et le *Betula alba*. Les quatre espèces croissaient sur le même sol, les feuilles ont été recueillies et examinées à différents moments pendant la période de végétation.

D'une manière générale, du printemps à l'automne la proportion d'eau diminue, tandis que celle de la substance sèche augmente. La proportion des cendres s'accroît encore plus que celle de la substance sèche. Par contre, l'azote diminue, il est emmené et utilisé dans l'intérieur du végétal. Parmi les éléments des cendres, ceux dont le rôle est particulièrement important dans les phénomènes généraux de nutrition, diminuent graduellement à mesure que la feuille approche du moment de sa chute. Ce résultat, qui n'a rien que de conforme à la théorie, est particulièrement évident pour la potasse, dont les rapports avec l'amidon sont bien connus, pour l'acide phos-

[1] G. Fliche et L. Grandeau, Recherches chimiques sur la composition des feuilles. *Ann. de chimie et de physique*. 1876, v. VIII, p. 486.

phorique et l'acide sulfurique qui sont toujours en relation avec les matières albumineuses.

La chaux augmente dans une proportion souvent très-considérable (Robinia); on sait qu'à côté de son rôle évident comme principe nutritif, elle est aussi employée à l'incrustation des membranes. Le fer et la silice augmentent aussi. Enfin les substances dont le rôle, dans les végétaux, n'a pu être encore déterminé ne se sont montrées assujetties à aucune loi régulière; telles sont, par exemple, la soude, le manganèse, la magnésie. Cette dernière semble parfois prendre la place de la chaux dans l'incrustation des membranes.

Les feuilles des différentes espèces examinées exigent des quantités d'eau à peu près égales pour se constituer; mais les quantités absolues des cendres varient de l'une à l'autre, de même que les proportions des éléments des cendres, sans que cela infirme en rien les lois générales citées plus haut.

M. Höhnel[1] a essayé d'élever dans un mélange nutritif dénué de silice le *Lithospermum arvense*, plante dont le fruit renferme environ quatre fois plus de silice que la paille de blé. Le rôle de cette substance dans les tissus végétaux n'a jamais été bien déterminé, non plus que la forme sous laquelle elle est absorbée: on ne la considère cependant généralement pas comme un principe nutritif indispensable, et c'est plutôt pour l'incrustation des membranes qu'elle est utilisée par la plante (hypothèse de M. Sachs). L'expérience de M. Höhnel confirme cette manière de voir: les fruits du Lithospermum se sont développés

[1] F. Höhnel, Beitrag zur Kenntniss der Bedeutung von Kieselsäure für die Pflanzen. — *Untersuch. auf dem Gebiete des Pflenzenbaues*, von Haberlandt, II, p. 110.

très-normalement sans silice; c'est la chaux qui a pris en partie la place de la combinaison absente, le reste étant formé par des corps tels que la lignine, dérivés de la cellulose. Ces données sont également d'accord avec les propriétés générales de la chaux qui joue dans la plante un double rôle: par ses propriétés chimiques elle est un principe nutritif de première importance, et par ses propriétés moléculaires elle prend part à la structure du squelette minéral des cellules.

M. Mercadante[1] a démontré sous une nouvelle forme l'importance de la potasse comme élément nutritif des plantes. Il a fait végéter dans un sol dénué de potasse des plantes riches en acide oxalique, qu'elles renferment en général sous forme d'oxalate acide de potasse (*Oxalis acetosella, Rumex acetosa* et *acetosella*). Dans ces conditions, la végétation fut tout à fait incomplète et anomale et l'acide oxalique réduit au dixième de sa proportion ordinaire.

Dans une communication relative à l'influence de l'acide borique sur la végétation, M. Péligot[2] rend compte des essais qu'il a faits en arrosant des jeunes plantes de haricots avec de l'eau renfermant en dissolution du borate de soude, du borate de potasse ou de l'acide borique; toutes ces substances ont agi comme des toxiques violents et suspendu promptement la vie dans les plantes. Ce résultat mérite particulièrement d'être remarqué, lorsqu'on le rapproche des propriétés antiseptiques qu'a reconnues M. Dumas au borax.

[1] Mercadante, Vegetation of Oxalis acetosella, Rumex acetosa et acetosella in a soil free from potash. *Journal of chemical Society*. Janv. 1876. Extrait de la *Gazetta chimica italiana*, V, 249.

[2] Péligot, Influence de l'acide borique sur la végétation. *Comptes-Rendus*, 1876, 9 octobre (vol. LXXXIII).

M. L. Portes[1] a découvert dans les amandes douces, traitées par l'alcool absolu, la présence d'une certaine quantité d'asparagine, qui se précipite sous forme de cristaux ortho-rhombiques. Cette substance, forme transitoire des matières protéiques pendant leurs migrations à travers les tissus, n'avait été vue jusqu'à présent que dans les graines en germination. L'auteur de cette communication pense qu'il faut attribuer sa présence dans les amandes à un travail chimique antérieur à la germination mais s'y liant déjà.

M. A. Millardet[2] a découvert dans les tomates une substance colorante nouvelle qu'il a appelée *solanorubine*. Ce pigment se présente dans les cellules sous forme d'aiguilles cristallines très-ténues ; c'est à lui que la tomate doit sa couleur rouge si vive. La solanorubine dérive directement de la chlorophylle, ainsi qu'on peut s'en assurer en observant les modifications du contenu des cellules pendant la maturation du fruit. Elle est insoluble dans l'eau, difficilement soluble dans l'alcool et seulement à de hautes températures, soluble dans le sulfure de carbone, le chloroforme, la benzine, l'éther. L'acide sulfurique la colore en bleu. En solution, elle n'est pas fluorescente, mais son spectre est assez caractéristique et présente deux bandes d'absorption dans le vert, une dans le bleu et une légèrement marquée dans l'indigo. La composition chimique de la solanorubine n'a pas pu être établie d'une manière positive, mais son étude ne peut manquer de pré-

[1] L. Portes, Existence de l'asparagine dans les amandes douces. *Comptes-Rendus*, 1876, 13 nov., vol. LXXXIII.

[2] A. Millardet, Note sur une substance colorante nouvelle (solanorubine), découverte dans la tomate. Nancy, 1876.

senter un grand intérêt comme celle de tout dérivé de la chlorophylle qu'on peut obtenir sous forme cristalline.

M. Pfeffer a signalé en 1874 l'existence dans les oranges de sphéro-cristaux d'une substance particulière qu'il a baptisée du nom d'hespéridine. M. Hilger[1] a fait une étude complète de ce corps au point de vue de la manière de le préparer, de ses réactions, de ses caractères chimiques, etc. L'hespéridine est un glycoside dont la formule est $C_{18}\ H_{21}\ O_9$; sous l'influence des acides faibles, elle se décompose en glycose et en un corps cristallisable moins oxygéné qu'elle. Certaines réactions de couleurs indiquées par l'auteur, pourront servir au moyen de l'analyse microchimique à retrouver ce corps qui est probablement plus répandu dans le règne végétal qu'on ne l'a cru jusqu'à présent.

M. Tangl[2] a publié quelques observations sur le contenu de cellules particulières qu'on rencontre à la face inférieure des feuilles de *Sedum Telephium*. En traitant ces cellules par différents réactifs, l'auteur a observé une série de modifications et de transformations dans le détail desquelles il n'est pas possible d'entrer ici, mais qui dans leurs traits généraux rappellent la formation des membranes inorganiques de M. Traube. Le contenu de ces cellules semble offrir une constitution chimique fort complexe.

M. le professeur G. Kraus[3] a indiqué deux réactions

[1] Hilger, Ueber Hesperidin. *Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch.* 1876, p. 29. Ref. *Bot. Zeit.* 1876, N° 13.

[2] Ed. Tangl, Beiträge zur Mikrochemie der Pflanzenzellen. *Sitzber. der K. Akad. der Wissensch. Wien*, vol. LXXIII. 1876, mars.

[3] G. Kraus, Ueber das Verhalten des Zuckersaftes der Zellen gegen Alcohol und Glycerine, und die Verbreitung des Zuckers. *Botan. Zeit.* 1876, N°s 38 et 39.

particulières qui permettent de reconnaître facilement au microscope la présence du sucre (cristallisable ou non) dans les cellules. Sous l'influence de l'alcool concentré on voit se former dans les cellules de betterave, par exemple, une infinité de gouttelettes brillantes animées du mouvement Brownien qui quelquefois se réunissent en gouttes plus grosses, puis disparaissent. Ce sont des gouttelettes de sirop qui se dissolvent peu à peu dans l'alcool. Quelquefois au lieu de se dissoudre elles s'accumulent contre une paroi cellulaire, mais alors l'addition d'une goutte d'eau les fait évanouir. En employant de la glycérine pure on observe des phénomènes analogues; seulement les gouttes sont plus grosses; quelquefois il n'y en a qu'une dans la cellule. Ces réactions sont assez caractéristiques pour être d'une grande utilité; elles agissent promptement et ont le grand avantage de ne pas exclure l'emploi d'autres réactifs.

Deux autres substances répandues également dans les cellules, présentent des propriétés analogues; ce sont l'inuline dans les deux réactifs et le tannin dans la glycérine seulement. Mais dans le premier cas, les gouttelettes persistent et deviennent des masses solides amorphes ou cristallines; dans le second, l'adjonction d'une goutte d'un sel de fer colore le tannin en bleu foncé.

M. Boussingault[1] a recherché la composition chimique du sucre contenu dans les pétales d'un grand nombre d'espèces à fleurs nectarifères. Il a trouvé constamment une proportion notable de sucre réducteur (2 à 44 °/₀) mélangé à du sucre interverti, du glucose, de la lévulose,

[1] Boussingault, Matière sucrée contenue dans les pétales des fleurs. *Comptes-Rendus*, 1876.

etc. La proportion diminue chez les pétales laissés à l'air et qui absorbent de l'oxygène.

M. Is. Pierre[1] a constaté par une expérience directe l'existence du sucre dans les feuilles de betterave ; il a exprimé le jus d'une certaine quantité de feuilles, l'a fait fermenter avec de la levure de bière et a obtenu 275 cent. cubes d'alcool avec 158 kilogrammes de feuilles. Ce sucre est-il produit sur place, ou bien, au contraire, revient-il déjà de la racine comme un principe nutritif à utiliser par la feuille, c'est encore douteux. Mais en tous cas, l'auteur de cette communication pense que l'effeuillaison de la betterave est une cause d'appauvrissement pour la racine, soit que le sucre se déplace en allant des feuilles à la racine, soit qu'il doive servir au développement des jeunes feuilles.

M. Corenwinder[2] a appuyé les observations précédentes et indiqué qu'il a souvent observé dans les côtes des feuilles encore plus nettement que dans le parenchyme, du sucre présentant tous les caractères du glucose et jusqu'à la proportion de 1,607 °/₀. Plus les feuilles sont larges et bien développées, plus les racines sont riches en sucre.

A la suite de la discussion qui s'était élevée en 1875 au sein de l'Académie des sciences de Paris, sur l'origine du sucre dans les végétaux, entre MM. Boussingault, Violette, etc., d'une part, et M. Cl. Bernard, d'autre part, M. Balland[3]

[1] Is. Pierre Sucre dans les feuilles de betteraves. *Comptes-Rendus* 1876, 4 décembre.

[2] Corenwinder, Sucre dans les feuilles de betteraves. *Comptes-Rendus* 1876, 17 décembre

[3] Balland, Influence des feuilles et des rameaux floraux sur la nature et la quantité de sucre dans la hampe d'agave. *Comptes-Rendus*, 1876, 13 nov.

a étudié le développement du sucre dans la hampe de l'agave; il a trouvé que c'est à la base des grandes feuilles externes que le sucre de canne commence à se montrer, les feuilles plus intérieures renferment plutôt du sucre réducteur. Dans la hampe elle-même le sucre de canne, d'abord peu abondant, augmente graduellement pendant la végétation dans les plantes intactes; il reste stationnaire si l'on enlève les feuilles. Si, au contraire, on enlève, au sommet de la hampe, les jeunes rameaux et les fleurs qui s'y développent, la proportion du sucre augmente. Il semble donc bien que cette substance est produite dans les feuilles d'où elle émigre dans la hampe pour être utilisée comme principe nutritif assimilé.

En analysant les transformations chimiques liées à la production du sucre dans les fruits, M. Mercadante[1] a distingué trois périodes différentes. Pendant la première, le fruit se comporte comme une feuille, absorbe de l'acide carbonique et exhale de l'oxygène; pendant la seconde, il absorbe de l'oxygène et émet de l'acide carbonique, pendant la troisième le sucre produit se transforme en alcool (prunes et oranges). La fin de la première période coïncide avec le maximum d'acidité du fruit qui contient alors 2,76 pour cent d'acide malique (prune); durant la deuxième période, l'acide malique diminue peu à peu, pendant qu'à ses dépens le sucre augmente avec élimination d'eau et d'acide carbonique. Chez l'orange c'est également de l'acide malique que dérive le sucre; la proportion d'acide citrique ne varie pas.

Enfin, nous ne quitterons pas le sujet de la nutrition des plantes sans signaler à l'attention le mémoire de M.

[1] Mercadante, Formation du sucre dans les fruits. *Moniteur scientifique*, février 1876.

Pfeffer[1] sur les migrations des principes nutritifs dans les plantes. Nous ne pouvons pas analyser ici ce travail assez étendu, parce qu'il ne repose pas sur des recherches originales donnant des résultats nouveaux, mais il offre un résumé très-clair et parfaitement complet de l'état actuel de nos connaissances sur un des chapitres des plus complexes et des plus intéressants de la physiologie végétale.

M. Blociszewski[2] a répété des expériences déjà faites par M. Sachs et surtout par M. Van Thieghem sur le développement des embryons séparés de leurs cotylédons ou de l'endosperme de la graine. Au point de vue théorique, il est intéressant de savoir si les principes nutritifs tels qu'ils sont renfermés dans la graine sont les seuls que puisse utiliser l'embryon, ou bien s'ils ne sont là que pour aider celui-ci à franchir les premières périodes de son développement, et si moyennant des soins suffisants on ne peut pas les remplacer par d'autres substances. D'après les expériences faites jusqu'à présent, c'est plutôt la seconde hypothèse qui est la vraie; les résultats obtenus par M. Blociszewski ne s'écartent pas beaucoup de ceux de ses devanciers. Ils tendent à affirmer un peu plus nettement l'indépendance de l'embryon, ce qui peut probablement s'expliquer par les précautions minutieuses dont il a entouré ses jeunes plantes.

Ses expériences ont porté sur l'orge, l'avoine, le maïs, le trèfle et le pavot. L'auteur a d'abord étudié le déve-

[1] W. Pfeffer, Die Wanderung der organischen Baustoffe in der Pflanze. *Landwirth. Jahrb. v. Nathusius u. Thiel.* Bd. V, p. 87.

[2] Thaddäus Blociszewski, Physiol. Untersuch. über die Keimung und weitere Entwickelung einiger Samentheile bedecktsamiger Pflanzen. *Landwirth. Jahrbücher von Nathusius und Thiel.* Bd. V, p. 145 (1876).

loppement des embryons séparés des cotylédons ou de l'endosperme et placés dans des conditions favorables à la germination. Il a ainsi obtenu des plantes qui, très-faibles au début de leur développement, finissaient par se rapprocher des plantes issues de graines normales. Mais il est à remarquer que le succès a toujours été beaucoup meilleur dans le laboratoire où l'expérimentateur peut s'entourer de toutes sortes de précautions, que dans un champ d'expériences même préparé avec le plus grand soin. Des graines coupées longitudinalement produisent des plantes délicates mais normales. Les cotylédons isolés produisent des racines mais seulement au point où ils étaient liés à la plantule.

M. Blociszewski a aussi refait les expériences de M. Van Tieghem sur la nutrition artificielle des embryons. Une bouillie était préparée avec le contenu soit des cotylédons, soit de l'endosperme, et les jeunes embryons y étaient immergés. On obtient ainsi un développement plus actif que celui des embryons isolés; mais l'effet est surtout marqué pour les graminées dont le scutellum, organe spécial d'absorption est particulièrement approprié à l'assimilation des principes nutritifs. Comme M. Van Tieghem, M. Blociszewski a encore reconnu que l'on peut dans une certaine mesure remplacer la bouillie préparée avec le contenu de la graine, par un mélange de principes organiques tels que le sucre, l'amidon, l'albumine, etc. Un examen spécial de l'asparagine a montré qu'elle pouvait être utilisée par les légumineuses, mais pas par les graminées.

M. le professeur E. Schulze[1] à Zurich, en étudiant la

[1] E. Schulze, Ueber Schwefelsäure-Bildung in Keimpflanzen. *Landw. Vers.-Stat.* Bd. XIX, p. 172 (1876).

germination du lupin a trouvé que pendant cette période la proportion d'acide sulfurique contenue dans la matière sèche augmentait notablement. Tandis que la graine en renfermait 0,385 pour cent de matière sèche, le germe de 12 jours en renfermait 0,849 et celui de 15 jours 0,938. Le soufre nécessaire à cette combinaison se trouve dans les matières protéiques (conglutine et albumine) accumulées dans la graine; celles-ci diminuent rapidement pendant les premiers temps de la germination; elles se transforment en asparagine, etc. La proportion de soufre ainsi mis en liberté correspond à peu près exactement à celle que contient l'acide sulfurique produit.

MM. Schlag Edler et Bressler[1] ont fait sous la direction de M. Haberlandt quelques recherches sur l'influence d'un séjour prolongé des graines dans l'eau douce. Ils ont observé un lavage graduel par l'eau d'une partie notable de la matière sèche de la graine, lavage qui, par exemple, chez le blé, dépasse au bout de 80 jours, 77 pour cent du poids primitif. De grandes différences existent à ce point de vue entres les espèces de plantes soumises à l'expérience. Naturellement ce sont celles qui perdent le moins par lavage, qui gardent le plus longtemps leur faculté germinative. Par exemple le riz, qui au bout de 80 jours n'avait perdu que 5,50 pour cent de son poids, présentait encore 44 pour cent de ses graines susceptibles de germer.

[1] W. Schlag Edler und R. Bressler, Auslaugungs-Versuche mit verschiedenen Samen. *Unters. auf dem Gebiete des Pflanzenbaues*, von Haberlandt, vol. II, p. 41 (1877).

§ 5. *Recherches sur les plantes carnivores ; la fécondation des fleurs ; travaux divers se rapportant à la biologie générale ; organismes inférieurs et fermentations.*

Depuis les premières publications de MM. Darwin et Hooker sur les propriétés insectivores de certaines plantes, ce sujet a eu le privilége d'attirer l'attention d'une foule d'observateurs; rigoureusement ces nombreuses communications auraient dû être examinées dans le paragraphe qui traite de la nutrition végétale; mais elles forment un tout si spécial que nous avons cru pouvoir sans inconvénient les séparer d'un chapitre déjà bien long.

M. Gorup Besanez avait annoncé en 1875 la découverte d'un ferment diastasique et albuminosique, dans les graines de fève en germination (*Archives*, 1876, LVI, p. 272). Il a continué ses recherches sur ce sujet et a, en particulier, examiné avec M. H. Will[1] la sécrétion des glandes des ascidies de Nepenthes, dans laquelle toutes ses expériences ont montré l'existence d'un ferment albuminosique. La sécrétion extraite des glandes irritées par la présence d'une substance organique est acide; elle agit directement et énergiquement sur les matières albumineuses (fibrine, viande, albumen coagulé, légumine) et les dissout aussi rapidement qu'une solution de pepsine extraite de l'estomac d'un porc; le liquide ainsi obtenu offre toutes les réactions caractéristiques de la peptone.

Si la sécrétion est extraite de glandes non irritées, elle est neutre, et alors pour qu'elle agisse sur des substances

[1] E. v. Gorup Besanez u. H. Will, Fortgesetzte Beobachtungen über peptonbildende Fermente im Pflanzenreiche. *Ber. der deutsch. chem. Gesellsch.* 1876, p. 673-678, et *Bot. Zeit.*, N° 30.

albuminosiques, il faut y ajouter quelques gouttes d'acide; ce sont les acides formique, malique, citrique qui ont donné les résultats les plus favorables.

M. Gorup Besanez[1] a encore confirmé le résultat de ses expériences précédentes sur les ferments des graines en germination. Il a réussi à isoler le ferment diastasique et albuminosique de la fève, sous forme d'une poudre blanche qui, renfermée dans un flacon bouché conserve pendant plusieurs semaines ses propriétés. Ce principe qui n'a pu être complétement analysé renferme une forte proportion (7.7 6 °/₀) de cendres et moins d'azote que le suc pancréatique. En même temps, M. H. Will a obtenu avec des graines de lin et de chanvre des résultats analogues.

M. Ed. Morren a consacré trois brochures à l'exposé et à la défense de la théorie de la digestion des plantes insectivores. La première[2] est remplie par la description d'une espèce australienne *Drosera binata* Labill; le phénomène, chez elle, ne diffère pas matériellement de ce qui a été observé chez les Drosera européennes; seulement les feuilles divisées en plusieurs lobes présentent par leur entre-croisement un piège très-propice pour la capture des insectes.

Dans la seconde de ses publications[3] qui ne renferme pas d'observations originales, l'auteur passe en revue tous les végétaux qui ont été successivement indiqués comme insectivores, analyse leur structure, leurs affinités, leur distribution géographique, et esquisse à grands traits

[1] E. v. Gorup Besanez, Weitere Beobachtungen über diastatische und peptonbildende Fermente im Pflanzenreiche. *Ber. der deutschen Chem. Gesells.*, VIII, p. 1510-1514 (1875) et *Botan. Zeit.*, 1876, N° 12.

[2] E. Morren, Note sur le Drosera binata Labil. Bruxelles, 1875.

[3] E. Morren, Théorie des plantes carnivores et irritables. Liège, 1876.

l'histoire probable de leur digestion basée sur la sécrétion d'un acide, et d'un ferment analogue à la pepsine. Il admet, du reste, que l'utilité de l'absorption des matières animales n'est absolument prouvée pour aucune des plantes douées de ces propriétés particulières; tout ce qu'on peut affirmer, c'est que le pouvoir insecticide fournit aux végétaux un surcroît de matière azotée. M. Morren refait aussi l'histoire des mouvements provoqués, chez ces différents organes, et sans la trouver complétement satisfaisante, il se rattache plutôt à la théorie de la déshydratation des cellules mobiles préconisée par MM. Hofmeister, Pfeffer, etc. Malgré la fréquence des trachées dans les organes siége des mouvements provoqués, il ne pense pas qu'on soit fondé à faire jouer à ces éléments des tissus un rôle dans la transmission des mouvements.

Enfin dans sa troisième publication [1], l'auteur expose la théorie complète telle qu'il la conçoit de la digestion végétale, et s'attache à faire ressortir sa parfaite analogie avec la digestion animale. Les mêmes ferments qui se rencontrent dans le tube digestif des animaux existent aussi chez les végétaux: la diastase qui agit sur les matières amylacées, le ferment inversif qui transforme le sucre de canne, un ferment particulier qui émulsionne les matières grasses renfermées dans certaines graines et enfin un ferment albuminosique, qui moins connu a été cependant signalé non-seulement chez les Drosera, mais dans le suc sécrété par les fleurs d'hellébore [2], dans le latex du *Carica papaya*, etc.

La plante, ou pour parler plus exactement le proto-

[1] E. Morren, La digestion végétale. Bruxelles, 1876.

[2] *Gardener's chronicle, 1876,* I, 468.

plasma des cellules, la partie vraiment vivante du végétal digère et assimile, absolument comme les animaux, les principes nutritifs organiques, qu'ils soient déposés dans des dépôts spéciaux tels que les graines, les tubercules, etc., ou qu'ils soient produits au fur et à mesure dans la chlorophylle. Peut-être M. Morren établit-il ici une distinction trop absolue entre l'activité du grain de chlorophylle qui n'est à proprement parler qu'une forme du protoplasma, et celle du protoplasma en général dans la plante. Interprétés d'après cette théorie, les faits constatés sur les plantes carnivores ne sont plus qu'un cas particulier d'une règle générale ; ils n'ont d'exceptionnel que la sécrétion d'un ferment à la surface externe des feuilles. Quant à la nécessité ou même à l'utilité de ce mode de nutrition pour les végétaux, l'auteur, en terminant, la réserve encore formellement.

Dans une communication faite à la Société des sciences de Wurzbourg, M. le professeur Sachs[1] a esquissé toute l'histoire des travaux publiés sur le sujet qui nous occupe et il s'est déclaré d'accord sur tous les points importants avec les idées de MM. Hooker, Darwin, etc. La sécrétion d'un liquide pouvant dissoudre les matières animales et provoquer leur absorption par les feuilles, paraîtra moins étonnante si on la rapproche des phénomènes de la germination des graines à endosperme. Ici aussi l'organe absorbant du germe sécrète un liquide qui dissout les substances organiques renfermées dans l'endosperme (albumine, graisse, amidon, cellulose) et les fait passer dans les tissus où elles sont utilisées. On pourrait

[1] Jul. Sachs, Ueber insectivore Pflanzen. *Verhandl. der Phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg*, Bd. IX, 3. u. 4. Heft, 1876; extrait dans *Bot. Zeit.* 1876, N° 52.

signaler des analogies de même ordre chez les parasites végétaux et chez les plantes dites à humus comme le *Neottia nidus avis* qui toutes par la sécrétion d'un liquide particulier arrivent à dissoudre les principes nutritifs contenus dans le substratum. L'action corrosive de la séve des racines sur certains minéraux peut encore être rangée au nombre des phénomènes analogues.

M. F. Darwin [1] décrit minutieusement les phénomènes d'*aggrégation* (coagulation du contenu de la cellule) qui ont été signalés dans les poils du Drosera lorsqu'ils sont irrités mécaniquement ou par le contact de certains fluides. Ces phénomènes ont été rattachés par M. C. Darwin aux propriétés digestives des feuilles et en particulier à l'absorption pár les glandes des matières animales dissoutes et attribués par cet éminent observateur à la condensation du protoplasma répandu dans la cellule. C'est cette hypothèse que l'auteur de la communication qui nous occupe veut démontrer, et pour cela il analyse toutes les différentes phases du phénomène. Les masses plus ou moins grosses, plus ou moins nombreuses qu'on observe dans les cellules irritées présentent bien tous les caractères de corps protoplasmiques, soit par leur consistance, soit par leurs mouvements amoeboïdes, soit par l'action qu'ont sur elles les réactifs.

M. E. Heckel [2] a examiné l'effet des anesthésiques sur les mouvements des poils des feuilles de Drosera. Le chloroforme produit toujours une irritation semblable à

[1] F. Darwin, The process of aggregation in the tentacles of Drosera rotundifolia. *Quart. Journal of microsc. Sciences*. N° LXIII, p. 309 (1876).

[2] E. Heckel, Mouvements dans les poils et laciniations du Drosera et dans les feuilles du Pinguicula. *Comptes-Rendus,* 1876, 28 février.

celle d'un morceau de viande ; les poils se relèvent. Dans la proportion de huit gouttes versées sur un tampon de coton mis sous une cloche, les poils sont comme brûlés ; ils se relèvent mais ne s'étalent plus ; cinq gouttes produisent un effet analogue, sauf le phénomène de brûlure qui n'est pas visible ; avec deux ou trois gouttes, les poils se relèvent d'abord, puis au bout de quelques minutes, ils s'étalent de nouveau. Mais ils sont comme endormis, et lorsque la cloche est enlevée, il faut près d'un quart d'heure pour que les morceaux de viande produisent l'effet ordinaire. C'est donc dans la position de repos, que les anesthésiques suspendent l'irritabilité de l'organe. Les mêmes phénomènes ont été observés sur les feuilles de Pinguicula, mais d'une façon moins nette à cause de la lenteur des mouvements.

M. Fraustadt [1] a donné un travail étendu sur l'anatomie des feuilles de Dionæa muscipula ; nous ne nous arrêterons pas à cette publication très-complète et renfermant beaucoup de données intéressantes, mais dans laquelle le côté physiologique de la question est laissé tout à fait dans l'ombre. Nous relèverons seulement dans les observations de M. Fraustadt un point qui n'a, croyons-nous, pas encore été signalé : c'est l'absence presque complète de l'amidon dans la chlorophylle des feuilles qui ont capturé les insectes, et sa présence au contraire, dans celles qui n'ont pas encore absorbé de nourriture organique. Il y a, semble-t-il, antagonisme entre ces deux fonctions des feuilles.

[1] Fraustadt, Anatomie der Vegetations-Organe von Dionæa muscipula. *Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen.* Bd. II, Heft I, p. 27.

M. Cas. de Candolle[1] a publié un mémoire intéressant sur le même sujet. Nous n'avons pas à analyser ce travail qui a paru ici même. Rappelons seulement que l'auteur révoque en doute l'utilité directe de l'absorption des matières d'origine animale pour le développement des feuilles. Quant aux mouvements de celles-ci, la structure anatomique est favorable à l'hypothèse d'après laquelle ces phénomènes résulteraient des variations de turgescence du parenchyme de leur face supérieure considérée comme seule active.

La chose était envisagée à un tout autre point de vue par un physiologiste éminent, M. Burdon Sanderson qui a cherché à prouver que ces mouvements sont, jusqu'à un certain point, en rapport avec l'état électrique des feuilles. Il a reconnu que le limbe et le pétiole sont parcourus par des courants dont le sens change brusquement au moment de la fermeture des valves, et il compare ce phénomène à ce qui se passe dans les muscles au moment de leur contraction (*Archives*, LV, p. 428). C'est à combattre cette idée que M. Munk[2], professeur à Berlin, vient de consacrer un travail considérable. Nous ne pouvons pas entrer dans le détail de ces expériences minutieuses dont la description seule a demandé à l'auteur de longs développements[3]. Il suffira de noter ici que M. Munk n'a retrouvé dans les tissus de la feuille de Dionæa aucun des caractères des courants musculaires, ni aucune trace de la contractilité des tissus animaux. Les forces électriques

[1] C. de Candolle, Structure et mouvement des feuilles du Dionæa muscipula. *Archives*, 1876, LV, p. 400.

[2] Dr. Herm. Munk, Die elektrischen u. Bewegungs-Erscheinungen am Blatte der Dionæa muscipula. Leipzig, 1876.

[3] Les recherches de M. Munk sont précédées d'une description anatomique de la feuille par M. Kurtz.

ont pour siége les cellules du parenchyme de la feuille, dans chacune desquelles une zone médiane négative est opposée à deux pôles positifs. Cette théorie se rapproche de celle qu'a conçue M. Ranke en étudiant les courants normaux des tissus végétaux (voyez plus haut p. 279).

De même que M. de Candolle, M. Munk pense que l'irritabilité dans ces feuilles est régie par les mêmes lois que dans tous les autres organes mobiles; le mouvement de fermeture des valves dérive d'une diminution dans la turgescence de la face supérieure qui naturellement détruit l'équilibre entre les deux faces; en même temps la tension électrique entre la zone médiane et les pôles diminue dans les couches supérieures et augmente dans les couches inférieures du parenchyme. L'auteur pense que probablement ces oscillations de la force électromotrice se lient aux variations dans la perméabilité de l'utricule primordial telles que les a indiquées M. Pfeffer.

Quant à la faculté des feuilles de Dionæa de digérer des insectes, M. Munk ne pense pas qu'au point de vue de la nutrition, il faille lui donner une grande valeur. Comme plusieurs autres observateurs, il a vu les plantes mises complétement à l'abri de la visite des insectes se développer aussi bien que les autres. Il est, en outre, enclin à considérer ce phénomène comme pathologique aussi bien que physiologique, lorsqu'il voit M. Darwin (Insectivorous plants, p. 358) regarder les Dionæa malgré leur organisation si remarquable comme un groupe en voie de s'éteindre.

M. E. Faivre[1] a étudié le développement des urnes de

[1] E. Faivre, Structure, mode de formation et quelques points relatifs aux fonctions des urnes des Nepenthes. *Comptes-Rendus*, 1876, 11 décembre.

Nepenthes et au point de vue morphologique, ils les considère comme une formation *sui generis*, « se rattachant histologiquement au type foliacé, dérivant du pédoncule lequel prolonge lui-même la nervure médiane et la lame foliaire. Il n'y a donc aucune raison de considérer l'urne comme résultant de la soudure de deux ailes foliacées et l'opercule comme la feuille elle-même, ou de la regarder comme une feuille composée, ou de la tenir comme dérivée d'une simple glande située sur un prolongement de la nervure. » Au point de vue physiologique, la surface interne des urnes a la propriété d'absorber les liquides qui sont en contact avec elle ; du 16 au 25 juillet, un de ces organes absorba neuf centimètres cubes d'eau, sur dix-neuf qu'il renfermait au début de l'expérience. L'auteur de cette communication a également remarqué que les Sarracenia peuvent se passer d'arrosement lorsque leurs ascidies sont pleines d'eau.

Quelques observations de détail de MM. Duval-Jouve et Heckel compléteront l'ensemble des données nouvelles que nous avons pu réunir sur les plantes insectivores. En recherchant les organes de l'absorption chez l'*Aldrovanda vesiculosa* et chez l'*Utricularia vulgaris*, le premier de ces auteurs [1] a dirigé spécialement son attention sur les petits groupes de deux, quatre, six, huit cellules à disposition radiante (exodermies) qui s'élèvent au-dessus de l'épiderme sur les feuilles de l'Aldrovanda et dans les ascidies d'Utricularia. Différents auteurs entre autres MM. Morren, Darwin leur ont attribué une fonction spéciale dans l'absorption des matières animales. Sans nier absolument la chose, M. Duval-Jouve remarque que ces mê-

[1] Duval-Jouve, Note sur quelques plantes dites insectivores. *Bullet. de la Soc. botan. de France*, 1876, vol. XXIII, p. 130.

mes exodermies se retrouvent en beaucoup de points où il ne saurait être question d'une fonction pareille, d'abord sur la face externe des ascidies d'Utricularia, des piéges d'Aldrovanda, puis sur d'autres plantes qui comme certains Nymphæa et Nuphar n'ont aucune des propriétés des plantes insecticides. Donc si ce sont des organes d'absorption, leur fonction a une tout autre étendue que celle qu'on leur attribuait.

M. Heckel [1] dans une brève communication faite à la Société botanique de France, signale quelques observations comparatives qu'il a faites en enveloppant des morceaux de viande dans des feuilles glanduleuses (*Pelargonium zonale, Sparmannia africana*), dans des feuilles à poils simples (*Viola tricolor*, *Glechoma hederacea*) ou glabres (*Arum Dracunculus, Hedera helix*, etc.). Le liquide sécrété par les premières était manifestement acide et au bout de quelques heures, il produisait sur la viande un effet tout à fait comparable à celui qui est dû à la sécrétion des glandes des Drosera. Rien de semblable n'était offert par les feuilles glabres ou à poils simples. Il y a donc peut-être chez beaucoup de plantes, réduite à son mininum, la même propriété qui se trouve au maximum chez les Drosera. Le même observateur a, du reste, cultivé et vu prospérer des Pinguicula sans l'intervention d'aucune nourriture animale.

De l'ensemble de ces communications diverses, il nous semble ressortir que certaines plantes sont bien évidemment douées de propriétés particulières qui leur permettent d'exercer sur les matières organiques d'origine animale une action comparable à celle de la pepsine; l'exis-

[1] Heckel, Lettre relative aux plantes carnivores. *Bullet. de la Soc. bot. de France*, 1876, v. XXIII, p. 155.

tence d'un ferment particulier dans la sécrétion des glandes de Drosera, Nepenthes, etc., ne saurait plus guère être mise en doute. Le degré d'extension de cette propriété dans l'ensemble du règne végétal est par contre beaucoup moins connu. L'observation de M. Heckel semble indiquer qu'elle est beaucoup plus répandue qu'on ne le pensait au premier abord. Peut-être reconnaîtra-t-on qu'il n'est pas exact de séparer absolument les plantes insecticides de celles qui ne le sont pas ; que bien plutôt il y a de nombreux degrés dans l'existence de cette propriété.

La question nous paraît encore plus douteuse au point de vue de l'utilité que tire la plante de ce supplément de nourriture organique ; l'assimilation directe n'a jamais été prouvée d'une manière absolue et les auteurs ne sont même pas d'accord sur les organes chargés de l'absorption. M. Darwin l'attribue aux glandes sécrétantes elles-mêmes; M. Morren aux stomates ou aux exodermies. Nous avons vu d'ailleurs que la plupart des auteurs ont élevé avec un plein succès des plantes dites insectivores en excluant toute nourriture animale.

Enfin plusieurs de ces phénomènes particuliers (électricité, irritabilité) qui au premier abord semblaient échapper aux règles générales qui régissent le règne végétal, paraissent d'après les travaux les plus récents pouvoir se ramener aux lois communes.

L'étude des lois générales de la fécondation a donné naissance cette année à un ouvrage du plus haut intérêt, et à quelques publications moins importantes.

M. Darwin [1] a fait paraître, vers la fin de l'année 1876, un volume sur les avantages relatifs de la fécon-

[1] C. Darwin, Cross and self-fertilization of plants. Londres, 1876.

dation croisée et l'auto-fécondation. Cet ouvrage renferme un nombre très-considérable d'observations faites avec l'exactitude et le soin minutieux qui distinguent cet éminent physiologiste. Des plantes appartenant aux familles les plus diverses ont été soumises à l'examen, pendant un nombre de générations souvent considérable. Des fleurs étaient fertilisées avec leur propre pollen, d'autres avec le pollen d'une voisine ; les graines étaient soigneusement comptées, puis semées ; les plantes de la nouvelle génération étaient examinées à tous les points de vue, grandeur, nombre des fleurs, etc. Des tabelles sont ainsi construites qui renferment tous les éléments nécessaires pour juger de la fertilité de chaque espèce.

Le résultat général est une supériorité marquée de la fécondation croisée sur l'auto-fécondation, résultat conforme du reste à l'ensemble des travaux publiés par M. Darwin lui-même et par d'autres observateurs sur le même sujet. Ce n'en est pas moins un fait curieux et intéressant lorsqu'on réfléchit que tout dans la plante semble au premier coup d'œil organisé pour rapprocher autant que possible dans la même fleur le pollen du stigmate, pour préparer par conséquent le contact de ces deux éléments. Il n'entre pas dans le plan de ce travail et l'espace d'ailleurs ne nous permettrait pas d'analyser ici en détail un ouvrage de cette étendue. Le volume de M. Darwin est, d'ailleurs, dans toutes les mains et, si l'on peut différer sur les déductions théoriques à tirer de ces expériences, chacun n'en appréciera pas moins l'exactitude, la précision avec laquelle les faits sont exposés.

M. F. Delpino [1] un des observateurs qui dans ces der-

[1] F. Delpino, Dicogamia ed omogania nelle piante. *N. Giornale botanico italiano di Caruel,* vol. VIII, p. 140 (1876).

nières années s'est le plus occupé de la question de la fécondation, a aussi publié dans le *Nuovo Giornale botanico italiano,* une sorte de résumé de tous ses travaux. Comme M. Darwin, il arrive à affirmer la loi de la supériorité de la fécondation croisée (dichogamie) sur l'auto-fécondation (homogamie). Pour lui la dichogamie est la règle générale; les cas d'auto-fécondation bien évidents ne forment point une exception : ils sont la manifestation d'une seconde loi qui entre en vigueur lorsque la première ne peut pas s'exécuter. L'auteur énumère aussi les différentes manières de classer les très-nombreuses particularités qui distinguent les fleurs dichogames, ainsi que les caractères généraux qu'elles présentent toutes.

M. H. Müller [1], qui continue toujours à s'occuper de la fécondation des fleurs par les insectes, a remarqué qu'à une certaine altitude, les plantes de montagne sont surtout visitées par des lépidoptères, plus abondants dans ces régions que d'autres insectes et en particulier que les apidés. En conséquence, beaucoup d'espèces végétales alpines présentent une fleur construite en vue de la visite des lépidoptères à longues trompes (étroitesse de l'entrée, longueur du tube de la corolle, etc.) Il est intéressant d'examiner à ce point de vue les genres dont certaines espèces habitent la plaine et d'autres la montagne (*Daphne Mezereum et striata, Viola tricolor et calcarata,* différentes espèces de *Primula,* de *Rhinanthus*).

M. Genevier [2] s'est élevé contre les conclusions de

[1] H. Müller, Observations on alpine flowers. *Natur.* XIII, p. 210 et 289.

[2] Gaston Genevier, Inflorescence et fécondation dans le genre Trifolium. *Assoc. française pour l'avancement des sciences : Session de Nantes*, p. 723.

M. Darwin qui dans son ouvrage sur l'origine des espèces avait intimement lié la fécondation du genre Trifolium à la présence des bourdons, spécialement chargés du transport du pollen; étudiant successivement la structure de la carène de l'étendard, et du calice d'un grand nombre d'espèces, l'auteur démontre : 1° que par leur conformation les Trifolium sont soumis à l'auto-fécondation; 2° que la fécondation peut parfaitement s'opérer sans le secours des insectes, et que pour que le style d'une fleur soit fécondé par le pollen d'une autre, il faut que les insectes fendent le tube floral et mettent ainsi en liberté les organes sexuels. Mais cela n'arrive que très-accidentellement. Il est beaucoup plus fréquent de rencontrer dans la nature des fleurs à tube intact, bien que la gousse soit développée [1].

Nous passerons maintenant à l'analyse de quelques travaux très-divers dans leur nature, qui ne se rattachent à aucun des sujets que nous avons successivement parcourus, mais qui tous ont trait à des propriétés générales des tissus ou des organismes entiers.

M. Ernst[2], professeur à Caracas a remarqué que les arbres qui se dépouillent chaque année pendant la saison sèche, épanouissent quelquefois leurs bourgeons avant que la saison des pluies ait commencé. Ce phénomène a été particulièrement marqué en 1875, où la sécheresse était extraordinaire, où le sol était comme de

[1] Je n'ai pas pu avoir en temps utile sous les yeux deux autres opuscules sur le même sujet : Godron, De l'intervention à distance des hyménoptères dans la fécondation des végétaux (*Revue des sciences naturelles de Dubreuil*, IX), et : Paterson, Prevention of self-fertilization in plants (*Trans. of Glasgow Soc. of field naturalists*).

[2] A. Ernst, Botanische Miscellaneen. *Bot. Zeit.* N° 3, p. 38.

la brique et la température très-élevée. Malgré cela quelques espèces d'Erithrine, de Bombax, etc., se couvrirent de feuilles à l'époque ordinaire (fin avril). Il ne pouvait pas être question d'un apport d'eau venant du sol. Aussi pour expliquer le phénomène, M. Ernst fait appel aux oscillations de température. Il a été reconnu (Sachs, *Traité de botanique*, trad. française, p. 851), que le tronc des arbres est pendant le jour plus froid, pendant la nuit plus chaud que l'atmosphère ambiante ; qu'au contraire les rameaux sont toujours un peu plus froids que le milieu où ils se trouvent et dont ils suivent du reste les oscillations. La différence de température entre le jour et la nuit est assez marquée pendant la saison sèche et atteint en moyenne 15 $^{0}/_{0}$. De pareilles oscillations provoquent des mouvements marqués dans les gaz renfermés dans les cellules des rameaux ; et ces mouvements peuvent à leur tour occasionner un déplacement dans les liquides nourriciers, déplacement dont les bourgeons se hâtent de profiter. Dès qu'ils ont commencé à s'épanouir, la transpiration vient activer le mouvement de la séve. C'est là évidemment un mode de nutrition anomal destiné à épuiser promptement l'arbre, si la pluie ne vient pas tout remettre dans l'ordre habituel.

M. Kerner [1], professeur à Innsbruck, a passé en revue les différents détails d'organisation au moyen desquels les fleurs sont mises à l'abri des visites des hôtes dangereux dont les attaques risquent de nuire à la fructification. L'idée mère de ce travail se rattache à la propagation de la théorie de la sélection. Les particularités que l'auteur signale, peuvent toutes se ranger dans la catégorie des

[1] A. Kerner, Die Schutzmittel der Blüthen gegen unberufene Gäste. Vienne, 1876.

variations avantageuses, par conséquent devenir, d'après la théorie, le point de départ du développement d'une forme nouvelle.

L'auteur rappelle d'abord que tout dans la fleur est destiné à assurer et à faciliter la fructification, que souvent des détails d'organisation en apparence très-minutieux ont une grande importance et que, d'une manière générale, les différentes parties de la fleur doivent être, pour pouvoir remplir leurs fonctions, beaucoup plus efficacement protégées que les feuilles. Il passe ensuite en revue les différents ennemis contre lesquels les plantes doivent se défendre, et montre que parmi les insectes qui recherchent les fleurs, il faut soigneusement distinguer ceux qui par la forme, la grosseur de leur corps sont bien appropriés au transport du pollen, de ceux qui ne feraient que consommer le nectar de la corolle sans aucun avantage pour la plante.

Abordant ensuite le sujet même de son travail, M. Kerner passe successivement en revue les différents moyens de défense mis en œuvre par les fleurs, moyens de défense qui tout en écartant certains hôtes nuisibles, ne doivent pas empêcher l'accès de ceux dont la visite est destinée à faciliter la fécondation. En thèse générale, les insectes qui ne volent pas sont tous nuisibles ; en effet, ils ont beau sortir d'une fleur chargés de pollen, ils ont toute chance de le perdre en route avant d'avoir atteint la fleur voisine. C'est surtout contre eux que la fleur devra être protégée. Nous ne pouvons naturellement pas même essayer d'analyser ici des observations qui reposent exclusivement sur des faits de détail. Nous avons seulement cherché à donner une idée générale du plan de ce travail fort intéressant, et nous nous bornerons en terminant à

indiquer sommairement les différents moyens usités dans les fleurs pour empêcher ou rendre difficile l'accès de la corolle à ces hôtes fâcheux. Sécrétion dans la fleur d'une substance nuisible à certains animaux. — Isolement des fleurs au moyen de l'eau; il ne s'agit pas seulement ici de plantes aquatiques, mais des espèces dont les feuilles en rosettes ou décussées retiennent la pluie et la rosée de façon que la base de l'inflorescence est entourée de liquide (*Broméliacées, Dipsacus laciniatus, Gentiana lutea,* etc.). — Approches de la fleur défendues par une sécrétion glutineuse soit du pédoncule, soit des bractées, du calice, etc., soit des feuilles placées à la base de la plante (*Primula*). — Protection fournie par des aiguillons, des poils, des écailles, etc. — Courbure et forme particulière de certains organes. — Modifications temporaires des fonctions de certains organes (ouverture des fleurs pendant la nuit; développement du parfum à certaines heures. etc.; phénomènes particulièrement remarquables dans le genre *Silene*).—Développement sur les feuilles de glandes nectarifères qui détournent les insectes de visiter la fleur.

M. F. Darwin[1] a soumis à un examen approfondi certaines graines munies d'une arête hygroscopique grâce à laquelle elles pénètrent spontanément dans le sol. Certains faits de cette nature ont déjà été indiqués par différents auteurs dans différentes familles (Graminées, Géraniacées, etc.). M. Darwin a pris pour base de ses recherches le *Stipa pinnata,* graminée bien connue par ses élégantes arêtes soyeuses qui atteignent souvent une lon-

[1] F. Darwin, On the mechanism by which certain seeds bury themselves in the ground. *Trans. Linn. Soc. London.* 2. ser. vol. I, part. 3, p. 149.

gueur de 30 centimètres. La portion inférieure de cette arête très-hygroscopique est fortement tordue ; lorsque la graine tombe sur le sol, l'humidité déroule les tours de spire de l'arête, celle-ci s'allonge, il suffit alors que sa partie supérieure trouve un point d'appui pour que tout l'appareil fonctionne comme un levier dont l'action fait pénétrer la graine pointue en bas dans le sol.

En étudiant de près la structure de l'arête, M. F. Darwin a reconnu que sa torsion ne dérive pas de rapports particuliers entre les différentes couches de tissus soumises à des tensions différentes. Pour trouver l'origine de cette propriété, il faut remonter à la cellule ; chaque cellule dans la partie inférieure de l'arête, isolée se tord autour de son axe comme l'arête et dans le même sens qu'elle. L'explication de cette torsion doit être cherchée dans les propriétés moléculaires de la membrane elle-même ; dans sa théorie, sur la stratification et la striation des membranes, M. Nägeli a montré que l'imbibition des membranes entraîne une torsion de la cellule autour de son axe, lorsqu'un des deux systèmes de stries est plus prononcé que l'autre. C'est probablement à un cas de cette nature que nous avons à faire ici.

La pesanteur spécifique des graines est en général supérieure à l'unité ; il est bien connu qu'une graine saine, capable de germer, va au fond de l'eau. Mais cette règle n'est pas sans exception ; on a déjà signalé quelques cas de graines parfaitement normales qui flottent sur l'eau ; cette anomalie est due à la présence d'une certaine quantité d'air dans les cellules du tégument (*Iris, Cucumis melo, etc.*), ou dans l'amande elle-même entre les cotylédons qui ne s'appliquent pas exactement

l'un contre l'autre (*Croton, Buxus, Entada scandens, etc.*), ou bien encore entre le tégument et l'amande (*Guilandina Bonduc*).

M. Van Tieghem[1] a signalé chez les légumineuses une série d'espèces chez lesquelles c'est l'embryon lui-même qui est plus léger que l'eau (*Erythrina, Apios tuberosa, Wisteria frutescens*). Ce fait s'explique par la structure particulière des cotylédons formés dans la plus grande partie de leur épaisseur, de cellules sphériques avec des faces de contact proéminentes en forme de bras et disposées de manière à laisser entre elles de vastes lacunes intercellulaires qui sont pleines d'air.

M. E. Prilleux[2] poursuivant le cours de ses recherches sur les tissus pathologiques dans les végétaux, a étudié cette année le développement des galles produites sur les tissus succulents par la piqûre des insectes. De l'examen de quelques cas spéciaux, M. Prilleux pense pouvoir tirer des principes qui s'appliquent probablement à tous les faits analogues. Les tissus morbides des galles émanent des tissus normaux. Après la piqûre de l'insecte, on remarque autour de la place lésée, une grande surexcitation ; les cellules voisines grossissent et se multiplient par cloisonnement. On peut dans certains cas distinguer deux effets différents de la piqûre, la lésion mécanique et l'irritation spécifique qui produit une tumeur différente selon la nature de l'insecte.

Les suites de la lésion mécanique sont identiques à celles que causerait une piqûre artificielle quelconque; il se

[1] Van Tieghem, Légèreté spécifique et structure de l'embryon de quelques légumineuses. *Mém. de la Soc. des sciences de Cherbourg*, XIX, p. 5.

[2] E. Prilleux, Études sur la formation de quelques galles. *Comptes-Rendus* 1876, 21 juin. — *Ann. des Sc. natur.* 6e série, v. III, p. 113.

forme comme dans le voisinage de toute plaie végétale, une petite quantité d'un tissu cicatriciel par cloisonnement des cellules voisines; la plaie est ainsi fermée, mais c'est un effet très-limité.

L'irritation spécifique qui accompagne le dépôt de l'œuf est probablement due à une sorte de venin que l'insecte verse dans la plaie. Sous son action, l'hypertrophie et le cloisonnement répétés enlèvent au tissu sa consistance et sa structure. Les cellules qui avaient atteint leur forme particulière se métamorphosent, en se multipliant par cloisonnement, en un tissu homogène qui offre tous les caractères d'un tissu primordial à développement intense. Les cellules sont pleines de protoplasma et ont toutes des noyaux.

Un peu plus tard, ce tissu primordial se différencie d'une façon spéciale, plus ou moins prononcée suivant les galles. Au voisinage immédiat de l'œuf, il se forme toujours une couche spéciale de cellules sphériques peu serrées, remplies d'une matière granuleuse de nature azotée qui sert à l'alimentation de la jeune larve. Il s'y trouve quelquefois aussi un peu d'amidon, qui n'est jamais consommé par le jeune insecte avant d'être transformé en gouttelettes grasses. Les diverses zones de tissus qui s'organisent à l'extérieur de cette couche alimentaire ont été décrites par M. Lacaze-Duthiers. Suivant le degré de multiplication des tissus divers qui les composent, les galles sont internes ou externes, mais toutes offrent la même structure.

Rappelons enfin l'expérience de M. Clark, signalée déjà dans ce recueil (*Archives*, LV, p. 224), sur la force de support des tissus végétaux, expérience dans laquelle une courge revêtue d'une sorte de harnais en fer relié à

une balance, a développé en grossissant une force suffisante pour soulever un poids de cinq mille livres.

Nous terminerons enfin cette revue déjà bien longue par quelques mots sur des publications relatives aux organismes inférieurs et à l'état actuel de la théorie de la fermentation.

M. Cailletet[1] a analysé les cendres de beaucoup de champignons et a montré que leur composition est, en général, plus simple que celle des cendres des végétaux à chlorophylle. Elles ne contiennent ni silice, ni fer, peu de chaux et de magnésie, mais en revanche beaucoup d'alcalis et d'acide phosphorique. Elles constituent donc un engrais énergique, et c'est à cela qu'est due l'existence de ces places circulaires d'un vert plus intense, qu'on remarque souvent sur les prés là où croissent les mousserons et d'autres champignons et qu'on désignait autrefois sous le nom de *cercles des fées*. Le mycelium en se décomposant met en liberté des principes qui activent la végétation des graminées.

D'études faites au point de vue chimique sur les fonctions des champignons, M. Müntz[2] a tiré des conclusions dont les plus générales, qui ont trait à la respiration en présence et en l'absence d'oxygène, doivent trouver place ici. Après avoir établi qu'en présence de l'oxygène, il y a comme chez tous les végétaux, combustion complète et production d'acide carbonique[3], l'auteur montre qu'en

[1] L. Cailletet, Sur la nature des substances minérales assimilées par les Champignons. *Comptes-Rendus,* 1876, LXXXII, p. 1205.

[2] Müntz, Recherches sur les fonctions des champignons. *Annales Chimie et physique*, 5e série, 1876, VIII, p. 56.

[3] La levure de bière paraît faire exception à cette règle ; mais M. Müntz pense que l'exception est plus apparente que réelle et que, si

l'absence d'oxygène, « les champignons exhalent de l'acide carbonique qui provient, en partie du moins, d'une fermentation alcoolique du sucre contenu dans les tissus; que lorsque le sucre est de la mannite, il y a en même temps dégagement d'hydrogène. Cette fonction s'établit sans l'intervention d'êtres organisés et paraît différer en cela des fermentations proprement dites. On peut cependant admettre que cette formation d'alcool rentre dans le cas des fermentations alcooliques ordinaires en considérant qu'il n'est pas improbable que le tissu des champignons supérieurs joue, vis-à-vis de la matière sucrée, le même rôle que les cellules des champignons inférieurs, c'est-à-dire que les premiers pourraient être ferments, au même titre que les seconds, qu'on assimilerait, sans égard pour la différence des dimensions, les fonctions des uns à celles des autres. »

L'auteur trouve la confirmation de ses idées dans l'analogie de la constitution des tissus, et de la composition chimique des champignons ; dans la similarité de leur fonction au contact de l'oxygène, et dans l'existence chez tous les représentants de cette classe des mêmes matières sucrées. Il pense donc pouvoir poser la règle générale que *tous les champignons, soustraits à l'action de l'oxygène, transforment en alcool et en acide carbonique les sucres dont ils disposent.*

Une communication de M. S. de Luca[1] peut être rapprochée du travail de M. Müntz. Cet auteur a montré

on pouvait obtenir ce champignon en quantité suffisante fructifié (d'après les observations de M. Reess), on trouverait qu'il rentre dans la loi commune.

[1] S. de Luca, Sur la fermentation alcoolique et acétique des fruits, des fleurs et des feuilles de quelques plantes. *Comptes-Rendus*, 1876, LXXXIII, 512.

que les fruits, les feuilles et les fleurs conservés dans une atmosphère dépouillée d'oxygène subissent une fermentation lente avec dégagement d'acide carbonique, d'azote, quelquefois d'hydrogène, et avec formation d'alcool et d'acide acétique sans l'intervention d'aucun ferment. Quand il y a de l'hydrogène ce gaz indique la présence de la mannite dans les tissus végétaux soumis à l'expérience.

M. O. Brefeld [1] a fait des observations analogues, il a trouvé que dans toutes les plantes il se manifeste en l'absence d'oxygène des phénomènes anomaux bientôt suivis de mort, caractérisés par des transformations qui peuvent toujours être ramenées à la production d'acide carbonique et d'alcool. Cette production d'alcool n'est amenée par l'intervention d'aucun organisme vivant et elle est masquée par la production simultanée d'une foule d'autres substances et entre autres d'acide acétique. Entre ce phénomène et la fermentation normale produite par la levure, il y a donc de grandes différences, mais aussi un rapport évident, et peut-être l'un pourra-t-il servir un jour de fil conducteur pour expliquer l'autre.

Ces faits se rapprochent de ceux que déjà, en 1869, MM. Lechartier et Bellamy (*Comptes rendus*, LXIX, pages 366 et 466) avaient constatés relativement aux fruits placés dans une atmosphère limitée, et des expériences que rapporte M. Pasteur dans ses *Études sur la bière* (p. 258). Toutes ces données sont favorables à la théorie de la fermentation telle que l'illustre chimiste l'a de nouveau exposée dans l'ouvrage que nous venons de citer, théorie qui ramène ce phénomène *à la vie des cellules en dehors de l'influence de l'oxygène.*

[1] O. Brefeld, Ueber Gährung. III. Vorkommen und Verbreitung der Gährung im Pflanzenreiche. *Bot. Zeit.* 1876, N° 52.

Nous ne pouvons pas nous étendre davantage sur ce sujet, il est temps de clore ce long travail. Notons seulement en terminant, que M. O. Brefeld, dont nous avons cité (*Archives*, 1876, t. LVI, p. 268) les objections, s'est depuis lors complétement rallié aux idées de M. Pasteur (*Comptes rendus*, 1876, LXXXII, p. 1078; nous n'avons pas eu la publication originale sous les yeux). Quant à M. Traube, qui maintient qu'à l'abri de l'air ce sont les corps albumineux mélangés et non le sucre que la levure emploie à son développement, ses idées sont réfutées par les expériences de M. Pasteur (*Études sur la bière*, p. 274) dans lesquelles la présence des matières albuminoïdes a été complétement supprimée, et où néanmoins les fermentations s'achèvent dans un milieu purement minéral (Fermentation du tartrate de chaux, du lactate de chaux).

NOTE

SUR

L'INFILTRATION PIGMENTAIRE DU CARTILAGE

PAR

M. le prof^r F.-Wilh. ZAHN

Communiqué à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, dans sa séance du 1er mars 1877.

J'ai observé pour la première fois il y a quatre ans la présence du pigment dans les cartilages costaux d'un jeune sujet mort de pneumonie. Ne trouvant cette altération pathologique mentionnée nulle part, j'ai examiné méthodiquement les différents cartilages d'un grand nombre d'individus morts des maladies les plus variées et j'ai pu constater qu'elle n'est point rare, puisqu'elle se rencontre à peu près chez la moitié des individus qui ont passé quarante ans. On les trouve surtout à la suite de maladies qui sont accompagnées d'une gêne de la circulation pulmonaire, sans anémie concomitante, ainsi dans l'emphysème pulmonaire, le catarrhe chronique des bronches, les affections chroniques du cœur gauche et enfin l'ictère, quand il subsiste déjà depuis un certain temps.

Je n'ai pu constater jusqu'à présent de pigment que dans les cartilages costaux et les cartilages des voies respiratoires. Il existe tantôt dans tous ces cartilages et dans toute leur épaisseur, tantôt seulement dans des points bien circonscrits (surtout à la surface et autour des rares vaisseaux qui se trouvent dans le cartilage de l'adulte).

Le premier cas se rencontre dans l'ictère chronique. Le pigment n'existe jamais dans la substance intercellulaire, mais toujours dans les cellules. La matière colorante (hémoglobine ou bilirubine) ne pouvant arriver dans les cellules qu'à l'état de solution par diffusion, on devrait, semble-t-il, trouver une répartition égale du pigment dans toutes les cellules de la même capsule. En règle générale, l'infiltration pigmentaire n'occupe que quelques-unes des cellules de la même capsule-mère, les autres restent libres. L'infiltration élective paraît due à l'affinité très-grande qu'à la matière colorante pour la graisse, affinité connue depuis longtemps. Il se trouve toujours dans tout cartilage des cellules contenant des gouttelettes graisseuses et c'est probablement toujours dans ces cellules que se fait l'infiltration pigmentaire. Ces gouttelettes se colorent d'abord en jaune clair, plus tard le pigment se dépose sous la forme de petites granulations, d'aiguilles ou quelquefois de cristaux rhomboédriques. La dégénérescence graisseuse continue à s'effectuer dans la cellule ainsi infiltrée, le protoplasma et le noyau disparaissent et la substance intercellulaire du voisinage subit aussi la dégénérescence graisseuse.

Il résulte de cette observation qu'il faut ajouter aux rares altérations du tissu cartilagineux l'*infiltration pigmentaire* et que pendant la vie l'hémoglobine qui a son point de départ dans les globules rouges extravasés peut diffuser dans le tissu du cartilage, fait qui n'était pas démontré jusqu'à présent. Ce fait prouve donc que les pigmentations pathologiques ne se font pas toujours, comme le pense Langhans, par l'intermédiaire des cellules contractiles (Wanderzellen) qui absorbent les globules rouges et les transforment en pigment, mais que l'ancienne

théorie sur la pigmentation est encore applicable à certains cas.

J'ai trouvé dans la littérature médicale deux indications succinctes sur l'existence du pigment dans les cellules cartilagineuses, l'une est de *Wedl* (Grundzüge der pathologischen Histologie, p. 160. Wien, 1854), l'autre est de *Virchow* (*Virch. Arch.*, Bd. 37, p. 219). Je me réserve de publier ces observations plus en détail ailleurs.

Genève, le 1er avril 1877.

DISCUSSION

DES

THÉORIES DE LA VISION

A PROPOS DE

LA GUÉRISON D'UN AVEUGLE-NÉ[1]

M. le docteur Dufour, attaché à l'hôpital ophthalmique de Lausanne, a eu le rare bonheur de pouvoir traiter et guérir un aveugle-né. Ces cas sont si exceptionnels qu'il est très-utile pour la science de les enregistrer et d'en faire une étude toute particulière. En effet, ce n'est pas seulement l'oculistique qui y trouve son profit, mais les sciences philosophiques elles-mêmes y puisent un précieux enseignement.

Aussi M. Dufour a-t-il pris un soin extrême à décrire minutieusement toutes les phases de cette guérison si remarquable et à suivre pas à pas les progrès intellectuels provoqués par le jeu des fonctions visuelles chez son sujet.

Comme corollaire de ces observations, M. Dufour entreprend un parallèle entre les théories nativistique et

[1] Guérison d'un aveugle-né. Observation pour servir à l'étude des théories de la vision par le Dr M. Dufour. Lausanne, 1876.

empiristique et croit pouvoir donner gain de cause à la seconde de ces théories en se basant sur les résultats observés par lui dans le cas précité, semblables à de précédentes observations de M. le docteur Recordon.

C'est spécialement ce dernier point que nous visons dans cette critique et nous pensons que les arguments tirés d'observations aussi intéressantes qu'instructives ne sauraient être examinés avec assez d'attention, afin d'éviter des conclusions qui ne seraient pas basées sur des raisonnements complets.

Afin de suivre M. Dufour dans ses déductions, récapitulons à grands traits les caractères principaux de ce cas :

Noé M. est âgé de 20 ans, il est né aux Contamines, hameau situé près du Col du Bonhomme. Il a grandi dans ce village sans que l'on ait donné grande attention à l'affection congénitale dont il était atteint; c'est le Dr Martin de St.-Gervais-les-Bains qui l'envoie à Lausanne après l'avoir rencontré par hasard.

Dès la première visite M. Dufour reconnaît l'existence de cataractes congénitales qui ont été la cause de la cécité. Les cornées sont un peu coniques et l'œil gauche est affecté d'un léger leucôme moins prononcé sur celui de droite. Le malade a des perceptions de lumière diffuse et reconnaît un peu les différences de couleur quand les objets sont fortement éclairés, mais il n'a jamais vu de contour et n'a aucune notion des formes des corps.

Le 14 juin 1875, M. Dufour pratique l'opération de la cataracte à l'œil droit. Tout se passe suivant les règles et le malade est promptement rétabli.

Une fois sorti de la chambre noire où sa guérison s'est achevée, on amène Noé à la lumière.

Voici comment M. Dufour relate ce premier examen :

« Lorsque l'œil est suffisamment guéri, le bandage est enlevé et le malade amené à la lumière. Il se laisse conduire comme un aveugle et ne paraît pas avoir l'attention attirée par les objets à forme précise qui sont devant lui. Il marche, se tourne, s'assied comme un aveugle, et me laisse, je l'avoue, l'impression que le traitement a été infructueux. Bien que je ne m'expliquasse pas la possibilité d'une erreur, je pensai un instant avoir opéré un œil tout à fait amblyope ou atteint de paralysie du nerf optique.

Noé M. étant assis le dos tourné à la fenêtre, je lui fais regarder ma main qui bouge sur mon habit foncé. Voyez-vous quelque chose? *Oui, je vois quelque chose de clair.* La notion de clair et d'obscur existait en lui avant l'opération, il est donc bien naturel que ce soit sa première constatation après.

— Que pensez-vous que cela soit? *C'est... c'est...* Voici la réponse stéréotypée que je reçus pendant plusieurs examens lorsqu'il s'agit d'interpréter les sensations oculaires. Le malade répondait exactement aux questions qu'on lui posait relativement au toucher, mais dès qu'on le questionnait sur sa perception oculaire, c'était ordinairement une exclamation sans suite qui servait de réponse, comme *euh! euh!* ou *c'est!*

Je trouve le même fait observé par Hirschberg sur l'enfant qu'il opéra l'an dernier. Quand on questionnait ainsi : Qu'est-ce que ceci? l'enfant répétait deux ou trois fois : *Ce que c'est? ce que c'est?* et n'ajoutait plus rien.

Je reviens maintenant à l'examen de ma main qui tantôt se tenait immobile, tantôt se balançait sur mon habit.

— Ne voyez-vous pas quelque chose qui bouge? — Qui bouge? — J'ai beau cesser le mouvement, puis le reprendre

et l'engager à distinguer ce qui se remue; il regarde avec attention, mais n'arrive à faire aucune réponse, sauf, quand j'insiste, à dire: « C'est quelque chose de clair. »

Enfin, je lui applique le verre convexe $3^1/_2$ pour obtenir des images rétiniennes aussi nettes que possible, mais là encore, après avoir regardé avec attention, penché la tête en avant, balancé à droite et à gauche, il finit par accoucher de cette réponse: « C'est quelque chose de blanc! »

J'avoue que ce premier essai me laissa très-interloqué. Je m'arrête un instant, je regarde encore l'œil dont la pupille est d'un noir de velours, sans inflammation, ni autre trouble que l'aspect un peu conique de la cornée et le nystagme.

Je reprends l'examen en prévenant le malade que je lui montre ma main; — puis la faisant varier de forme, fermant le poing, étendant un ou plusieurs doigts, je cherche à lui faire désigner ou interpréter les changements qu'il constate dans ses images rétiniennes. Le malade est là, regardant en apparence avec soin, mais sans aboutir à une réponse et sans même pouvoir me dire s'il voit ou ne voit pas des changements aux objets qu'il regarde. Une nouvelle tentative en balançant la main échoue aussi, je n'obtiens que des monosyllabes, des « euh! » et finissant par admettre l'existence d'une complication grave au fond de l'œil, je ramène Noé M. dans la chambre noire avec application de bandage.

Le lendemain, examen rapide à l'ophthalmoscope, ce qui me permet de voir le fond de l'œil aisément, le disque optique, les vaisseaux, et de constater qu'il n'y a aucune anomalie. Noé M. se replace sur la chaise d'examen et je lui présente ma montre à un pas, du côté du cadran. Il dit sans hésiter: « Je vois quelque chose de blanc. » — Est-ce quelque chose de rond ou de carré. — Pas de réponse[1]. — Savez-

[1] On remarquera que dans cette série d'examens, tant que les questions portent sur des points sur lesquels M. n'a aucune expérience, le malade ne répond jamais faux, il ne répond pas du tout. Aucune insistance quelconque ne parvient à lui tirer les mots de la bouche.

vous ce que c'est qu'un carré? — Il arrange ses deux mains de sorte qu'elles forment deux faces se touchant par leur bord radial et à angle à peu près droit. Il obtient ainsi une arête qui est en effet une partie d'un cube. — Et un rond? — Il recourbe sa main en faisant revenir les quatre doigts du côté du poignet et arrive à produire un anneau presque fermé. Il a donc ainsi la notion du rond.

A la vue de la montre, sur laquelle il dirige évidemment son regard, il reste absolument incapable de dire si elle est ronde ou carrée. J'ai beau insister, pas de réponse. Je retirai la montre sans lui rien dire, ni la lui faire sentir.

Le lendemain, même question, même incapacité de répondre. Ensuite je lui fais toucher la montre. Aussitôt qu'il l'a saisie avec la main, il dit: « C'est rond, c'est une montre. » Il indique ensuite avec précision la couleur bleue d'une cravate que la garde portait au cou, mais sans s'attacher à autre chose qu'à la couleur, la forme de l'objet lui étant encore inconnue. Il n'eut pas l'air, tout en regardant la cravate bleue, d'avoir l'attention attirée par la personne qui la portait, ni par sa figure, ni par son corps.

Je lui montrai ma chaîne de montre qui pendait à mon gilet. Il dit: « C'est jaune, cela bouge. » (Je la faisais balancer.)

C'est la première fois que ce malade constate un mouvement. Le premier examen et son résultat presqu'absolument négatif m'avaient embarrassé et donné l'idée de l'existence d'une atrophie rétinienne. Aussi ne pus-je pas saisir le moment précis où Noé M. apprit à distinguer, par la vision, le mouvement d'avec le repos.

Certainement, le premier jour, il ne distinguait pas un grand mouvement et aujourd'hui il en constate un petit.

Je ne trouve d'autre explication que ceci: il se peut que soulevant le bandeau, le malade, curieux d'examiner sa main, l'ait fait passer et bouger devant ses yeux; ou bien que, pendant qu'il était dans mon cabinet, il entendît bouger soit M.

le directeur Hirzel qui assistait quelquefois à l'examen, soit la garde, soit moi-même, et que, coordonnant le bruit de la marche avec le déplacement de nos images sur sa rétine, il arriva à se rendre compte des notions de repos et de mouvement des images.

Ces réflexions ne me vinrent pas séance tenante. Je ne les fis que quelques heures plus tard. Bien que préparé par le cas de Wardrop à trouver un malade très-incapable d'interpréter ce qu'il voyait, j'étais loin de m'attendre à une incapacité aussi absolue au début. L'absence totale de réponse le premier jour fut prise pour la conséquence d'une faiblesse visuelle, et non d'un simple défaut d'expérience.

En fait, le premier jour, il ne sut pas constater que ma main bougeait, bien qu'elle fît sur mon habit noir des oscillations d'au moins 40 centimètres d'amplitude à deux pas de lui. D'où cette incapacité ? Evidemment de ce que, jusqu'alors, Noé M. ne connaissait que *sentir un mouvement*, et qu'il avait à apprendre ce qu'est *voir un mouvement.* Il y a là une notion qui est peut-être plus élémentaire encore que celle du contour et sur l'interprétation de laquelle l'examen de Noé M. n'a pas tout à fait le caractère d'une expérience définitive. Si un cas analogue se représentait, il faudrait voir si le néo-voyant constate d'emblée le mouvement ; s'il ne le constate pas, lui faire toucher aussitôt l'objet en mouvement, de sorte qu'il puisse, sous nos yeux, coordonner l'action de sentir et celle de voir le mouvement. J'ai gardé de l'examen de Noé M. l'impression que la distinction du repos d'avec le mouvement à l'aide de la vision, est quelque chose qui doit être appris. Évidemment l'image du corps qui se meut, se déplace sur la rétine de celui qui observe, mais ce déplacement ou l'irritation successive de différents éléments rétiniens ne donne pas d'emblée la notion du mouvement. Si le malade regardait fixement, il serait obligé, pour suivre un corps mobile, de faire mouvoir ses yeux ; or la conscience qu'il aurait de ses mouvements oculaires lui donnerait peut-être la no-

tion de la mobilité du corps observé. Sauf ce moyen, je ne vois que la coordination avec le toucher qui puisse inculquer cette connaissance, ou bien, un bruit connu avec l'intervention d'autres connaissances préalables acquises par l'expérience. Il ne me fut pas possible de savoir comment Noé M. avait acquis la connaissance du mouvement.

Nous étions restés à l'examen de la chaîne de montre. Noé M. ne put décider ce qu'était cet objet, bien qu'il le connût fort bien par le toucher. Je lui fis toucher ma chaîne; au contact de deux ou trois anneaux seulement, il s'écria : « C'est une chaîne. »

Ensuite je lui montrai deux morceaux de papier blanc, fort comme un petit carton. Ces morceaux formaient deux rectangles allongés, l'un de 10 centimètres environ, l'autre de 20 centimètres ; même largeur. Que voyez-vous ? — Des objets blancs. — Sont-ils égaux ? — Il répondit avec hésitation : non. — Y en a-t-il un plus long que l'autre ? — Pause. — Lequel est le plus long ? — Pas de réponse. Pressé par moi, il déclara qu'il ne pouvait le dire. — Il les toucha et glissant avec sa main jusqu'au bout du rectangle le plus long, il désigna immédiatement celui qui était de plus grande dimension et les regarda ensuite l'un et l'autre attentivement.

On lui présenta deux morceaux du même papier blanc, l'un carré, l'autre rond, le rond dessiné à la main, c'est-à-dire un peu ovale.

— Voyez-vous une différence entre ces papiers ? — Oui. — Laquelle ? — Pas de réponse. — Eh bien, l'un de ces papiers est carré et l'autre est rond ; lequel est carré ? — Noé M. reste un instant sans répondre et finit par dire qu'il ne peut le désigner. Je lui dis d'avancer sa main et de les toucher. Il touche d'abord le morceau carré et sentant l'un des angles dans sa main, il dit avec une vivacité à laquelle ses réponses ne nous avaient pas habitués: Voici le carré. — Il toucha ensuite le morceau rond, puis les examina l'un et l'autre, et dès ce moment il a toujours été capable de dis-

tinguer les objets ronds par la seule sensation visuelle.

On se rappelle en effet que dans une expérience précédente, en examinant le cadran de la montre, notre opéré avait déjà vu un rond et avait contrôlé cette sensation par le toucher. Mais, soit que la forme ne fût pas gravée dans sa mémoire, soit que l'expérience eût été trop courte, ou que, n'ayant pas l'opposition d'une forme autre que le rond au moment où il toucha la montre, la différence de contour lui parut moins frappante; cette première expérience ne fut pas suffisante pour imprimer à l'esprit de Noé M. la sensation visuelle particulière qui nous affecte quand nous regardons un rond.

L'expérience des deux papiers, au contraire, suffit pleinement à lui donner la connaissance de ces formes simples. Le papier rond avait environ 10 centimètres de diamètre.

Le lendemain, je lui montre un anneau d'or de deux centimètres de diamètre; il répond sans hésiter: » C'est rond, ça brille. » Sur ma montre et avec la lunette convexe il a distingué les traits noirs des heures; mais, abandonné à lui-même avec une lunette qui doit lui donner des images assez nettes, Noé M. ne se sert presque pas de sa vue.

Il marche les mains en avant et tâtonne en cherchant le loquet de la porte, exactement comme s'il n'y voyait pas. Cependant, si on le rend attentif aux renseignements qu'il peut tirer de son œil et qu'on l'empêche, par exemple, de chercher son chemin avec les deux bras étendus en avant, il suit une direction qui est évidemment donnée par le sens visuel.

C'est ainsi qu'après l'expérience des papiers, on dit à Noé M.: « Vous pouvez retourner dans votre chambre. » La porte de sortie est dans la paroi opposée à la fenêtre. Aussitôt il étend ses mains et, quoiqu'il ait les yeux ouverts, avance avec précaution. Je l'arrête et je lui dis: » A bas les mains. Ne voyez-vous pas là-bas quelque chose de jaune, qui brille? — Oui. — Eh bien, c'est le loquet de la porte, marchez de

ce côté, et quand vous y serez, étendez la main. » Le malade marche avec facilité dans la direction de la porte, il s'arrête deux pas trop tôt et dirige son bras avec peu de précision, mais pourtant avec une intention évidente du côté de la poignée en laiton qu'il trouve enfin après s'être encore rapproché à tâtons.

Le jour suivant Noé M. indiqua avec assez de précision la couleur d'une série de rubans formant la gamme des couleurs. Il n'y a que le violet qu'il a toujours indiqué bleu. Il ne fait de différence qu'entre le rouge, le jaune, le vert et le bleu. Toutes les nuances intermédiaires, et je lui en ai montré une dizaine environ, sont rangées par lui sous l'une de ces quatre impressions. Il a appris en mangeant et à mon insu, le jour précédent, à distinguer l'aspect d'un couteau, d'une cuiller et d'une fourchette. »

Quelque temps après, Noé fut présenté à la Société de médecine et une série d'expériences furent reprises. Elles amenèrent les membres à cette conviction que l'ex-aveugle « éprouve des sensations visuelles assez précises, mais que le malade ne sait encore comment les interpréter. Chaque sensation exige un travail intellectuel particulier qui est le résultat de la comparaison d'un corps sur la rétine et l'effet du même corps sur le toucher. »

L'œil gauche, ne promettant qu'un demi-succès, ne fut pas opéré et le malade partit pour son village le 25 août suivant.

M. Dufour complète le récit de cette cure si remarquable par les observations suivantes :

« Le malade dont je viens de donner l'histoire était, au moment de l'opération, plus âgé que la plupart des cas analogues déjà cités. Je sais que l'âge n'est qu'un des éléments, et non pas le seul élément de la culture ; toutefois il faut en

tenir compte. L'opérée de *Wardrop*, âgée de 46 ans et d'un esprit cultivé, avait, soit par le fait de son âge, soit par la société dans laquelle elle avait vécu, un développement bien supérieur à celui de Noé M. Le premier cas qui fut jamais observé, celui de *Cheselden*, le fut sur un enfant de 13 à 14 ans; l'observation de *Ware* est prise sur un enfant de 7 ans qui avait eu probablement les yeux moins brouillés dans sa première enfance; les deux observations de *Trinchinetti* concernent un garçon de onze ans et une fille de dix; enfin l'observation de mon ami le Dr *Hirschberg*, publiée il y a peu de mois, a été prise sur un enfant intelligent âgé de 7 ans.

Tous ces récits concordent sur les points principaux. Au moment où l'aveugle recouvre la vue, il se forme sur sa rétine une image suffisamment nette, car Noé M., par exemple, distingue des objets noirs de petite dimension, comme les heures d'une montre. Mais l'image des objets extérieurs n'est pour lui qu'un assemblage de contours et de couleurs dans lequel il ne voit aucun ordre et dont il ne sait tirer ni la notion d'une forme, ni celle d'une distance, ni peut-être même celle d'un mouvement.

L'œil n'a pas fait son éducation. Les éléments rétiniens sont bien excités par les faisceaux de rayons lumineux provenant de sources extérieures en face desquelles ils se trouvent; ces éléments sont excités suivant un ordre très-précis, un ordre déterminé par l'image de l'objet extérieur, mais nous n'avons pas une connaissance congétinale des dispositions de la rétine, et les aveugles qui recouvrent la vue, n'ont pas, au premier abord, conscience de cet ordre précis. Selon l'heureuse expression de M. *Taine*[1], nous possédons un *atlas visuel* grâce aux dispositions anatomiques de la rétine. Celle-ci, qui ne saurait mieux être comparée qu'à un pavé dont chaque pierre est un élément sensible, a ainsi les propriétés nécessaires pour nous fournir ce qu'*Helmholtz* appelle *signe*

[1] Taine, De l'intelligence. Paris, 1870.

local. Voici comment : une lumière qui est en haut excite un autre élément nerveux que la lumière qui est en bas. Le premier va exciter une extrémité nerveuse qui est dans la partie inférieure de la rétine, le second s'en va exciter un élément situé en haut. Le fait que deux rayons venant de directions différentes excitent nécessairement deux éléments différents est un fait suffisant pour qu'outre la sensation de lumière et celle de couleur, notre rétine nous donne aussi la notion de position. Mais, sans l'éducation de l'œil, notre âme n'a pas une connaissance préalable de la disposition des éléments rétiniens ainsi que le prétend la théorie nativistique ; elle ne sait tirer aucune conclusion, même pour les formes les plus simples, des images qu'elle reçoit. Ces images n'ont de signification pour la conscience qu'autant qu'elles ont été coordonnées avec une sensation tactile. L'homme possède un atlas visuel, mais il ne le connaît vraiment qu'après que les sensations visuelles ont été transformées « en » équivalents de sensations tactiles et musculaires, par l'asso- » ciation qu'elles ont contractée avec les sensations tactiles » et musculaires [1]. »

L'expérience définitive consisterait à démontrer chez un aveugle-né rendu à la lumière que le rayon qui excite les fibres nerveuses de l'hémisphère rétinienne droite, par exemple, ne donne pas nécessairement l'impression d'une source lumineuse située à gauche et *vice versâ* ; que le malade, en un mot, ne sait pas d'emblée effectuer la localisation la plus simple. Peut-être même serait-il possible de constater chez un aveugle semblable, que l'irritation mécanique de la rétine, comme celle qui est produite par la pression du doigt, donne lieu à un phosphène que le malade ne projette pas nécessairement du côté opposé. A ce moment la théorie empiristique serait définitivement établie. Mais jusqu'à présent on n'a pu mettre la main sur un malade approprié à cet essai.

[1] H. Taine, ouvrage cité.

En effet, presque tous les cas de cécité congénitale qui ont servi à l'observation concernent des individus atteints de cataracte. Or, la cataracte, même fort opaque, laisse non-seulement passer la lumière, mais encore la qualité de la lumière et dans une certaine mesure la direction de la lumière. Noé M. avait des cataractes blanches comme la chaux, cependant quand il plaçait une couleur bien éclairée dans la partie périphérique du champ visuel, il la distinguait. Il en aura été probablement de même de tous les autres cas sauf celui de Wardrop, et dès qu'un malade aura pu sentir même vaguement la direction de la lumière avant l'opération, l'*experimentum crucis* ci-dessus ne serait plus faisable après.

Peut-être, si l'on considérait comme suffisamment établi par mon récit, le fait que Noé M. ne percevait pas le mouvement par un simple déplacement de l'image sur sa rétine, pourrait-on conclure que tout au début le malade ne savait pas projeter ses sensations rétiniennes ou qu'il les projetait dans un désordre suffisant pour n'avoir pas cette notion si simple d'un déplacement d'une source lumineuse.

Malheureusement ce fait n'est pas établi d'une manière indubitable. Il est la conclusion que j'ai dû tirer après coup; tandis qu'au moment même, croyant à une paralysie presque complète des fibres optiques, je ne fus pas engagé à faire immédiatement la contre-épreuve. La contre-épreuve eût consisté à faire toucher par le malade l'objet en mouvement.

Un examen ultérieur m'a démontré qu'il n'y avait pas de paralysie; mais, en attendant, le malade avait eu le temps de coordonner une sensation musculaire avec une sensation visuelle du mouvement.

En résumé, le cas de Noé M. dont j'ai donné la relation, confirme les observations faites par ceux des médecins qui ont eu à opérer des cas analogues. Il les exagère en quelque sorte, car dans les premiers essais, l'incapacité du malade à connaître même les sensations les plus simples me fit craindre que par suite d'une erreur dans l'examen préalable, je

n'eusse opéré un œil absolument perdu. Loin de dire comme la malade de *Wardrop* voyant passer une voiture de louage en rentrant chez elle : « Quel est ce grand objet qui vient de passer à côté de nous ? » Noé M. ne répondit rien et n'exprima rien que la pure et simple sensation de clarté. Ces deux observations cependant ne se contredisent pas. Tout en *voyant* se déplacer un grand objet, l'opérée de *Wardrop* *entendit* vraisemblablement passer une voiture ; elle constata ainsi par une sensation à elle déjà connue, savoir la sensation du bruit, que quelque chose, une voiture, passait et elle put immédiatement coordonner la sensation visuelle du mouvement avec la sensation de bruit dont son âme connaissait déjà l'explication. Noé M., au contraire, en présence d'une main claire se mouvant sans bruit sur un habit sombre, ne sut rien constater que la clarté et ne comprit pas comment je lui posais la question du mouvement.

Si l'homme analyse plus avant la notion de mouvement, il verra que celui-ci n'est pas absolument hétérogène à la sensation : l'idée que nous en avons est formée avec des matériaux fournis par nos sensations musculaires de la locomotion[1]. Il suffit que nous ayons conscience de l'intensité de notre effort musculaire et de la durée de cette sensation pour avoir par ce fait l'idée d'une série d'états et de positions successives dont la résultante est la notion du mouvement. Mais s'il n'y a pas un accord préalable entre les sensations musculaires et les sensations visuelles, s'il n'y a pas là une relation physiologique *innée*, l'aveugle opéré ne devra pas nécessairement conclure que l'excitation successive des différents éléments rétiniens par le même objet éclairé corresponde à un mouvement de cet objet tel que le donnent les sensations musculaires. »

Continuant de développer cette thèse du plus haut in-

[1] H. Taine, ouvrage cité ; — et la psychologie anglaise moderne, *Bain*, *Herbert Spencer*, *Stuart Mill*.

térêt, M. Dufour relate un autre cas analogue et conclut par ces mots :

« Des observations publiées jusqu'à présent, il n'y en a probablement point dont la valeur probante soit absolue et échappe à toutes les objections que pourrait faire un partisan décidé de la théorie nativistique. Cependant elles laissent toutes l'impression que la *théorie empiristique* est seule conforme à la vérité. »

Si l'on envisage avec une attention soutenue la série des faits signalés dans ces observations, il nous semble que cette conclusion n'en découle pas d'une manière très-rigoureuse, et nous allons chercher à le démontrer.

L'observation précédente du cas de Noé relatée d'une manière si consciencieuse et précise par M. Dufour nous permet d'affirmer avec Kant et de vérifier ce grand théorème de psychologie, c'est que nous ne connaissons que *les modifications produites dans notre sensorium par le monde extérieur*; pas de modifications, pas de connaissance. Or, un aveugle n'ayant jamais eu le sensorium modifié par des impressions lumineuses, *ignore* tout ce qui touche à ce domaine et a besoin de *l'éducation progressive de ce sens* pour interpréter avec connaissance de cause les sensations que son œil lui apporte après une guérison aussi spontanée que complète. Ceci est vrai pour nos cinq sens. La représentation que nous nous faisons du monde qui nous environne, des distances qui nous séparent des corps, des formes, des contours, des apparences diverses, en un mot de tous les caractères si variés qui permettent des classifications, ne provient uniquement que de la *corrélation des diverses modifications éprouvées*

par le sensorium à l'aide de la mémoire. C'est surtout cette dernière faculté mi-psychique, mi-organique qui joue le rôle prépondérant dans l'extension de nos connaissances.

A ce sujet nous pouvons affirmer sans aucune réserve avec M. Dufour que la *théorie empiristique* est absolument vraie si l'on veut dire par là que toutes nos notions, toutes nos connaissances ne proviennent que de l'ensemble d'observations faites par l'individu ou ses ascendants, et enregistrées par la mémoire individuelle sous forme de *son acquis* ou sous forme *d'instinct*, quand les modifications organiques produites par les sensations éprouvées de générations en générations ont transmis une forme spéciale à l'embryon au moment de son apparition dans la vie, c'est la *mémoire héréditaire*, ainsi que l'appelle M. Hæring. Mais est-ce bien là le point fondamental de la théorie empiristique par rapport à la vision ? Nous ne le pensons pas. La théorie empiristique mise en opposition avec la théorie nativistique, dans le chapitre de l'optique physiologique, s'adresse essentiellement à la vision binoculaire et aux conditions organiques qui s'y rattachent. En quelques mots voici comment on peut formuler la question :

Est-ce qu'un enfant bien conformé naît avec une structure nerveuse telle que ses premières impressions lumineuses provenant de ses deux yeux ne lui donnent la sensation que d'un seul corps, c'est-à-dire que ces deux impressions *se fusionnent* instantanément en *une seule sensation*, ou bien est-ce que peu à peu la corrélation de ses sens et spécialement du toucher conjointement avec la vue, lui enseigne à rapporter ces deux impressions à un

seul et même corps d'où naît la vision binoculaire ordinaire ?

En d'autres termes :

Est-ce que la série des générations qui nous ont précédés nous ont légué une *forme organique* correspondant à une association immédiate des deux impressions lumineuses, ou bien est-ce qu'elle est encore dans l'espèce humaine le résultat de l'*acquis* par l'individu ?

Cette question a déjà été longuement discutée dans les *Archives*, où de nombreuses réponses ont paru [1] ; mais son intérêt est suffisant pour motiver quelques développements.

Il nous semble que les deux considérations suivantes suffisent pour donner un grand poids à la théorie nativistique, et qu'il y a bien peu d'objections sérieuses à leur opposer :

1° Pourquoi observe-t-on dans la série des animaux vertébrés une modification progressive dans l'importance du chiasma (entre-croisement des nerfs optiques) ?

Plus les yeux des vertébrés se rapprochent et plus le champ visuel *devient commun*, plus l'entre-croisement des nerfs optiques s'accentue et se développe ! Voilà le résultat des observations histologiques de l'anatomie comparée

[1] Vision binoculaire. R. P. *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1871, t. XL, p. 105; Images d'illusion et théorie du relief binoculaire. Le Conte, t. XLII, p. 394. Réponse à M. Le Conte sur les images d'illusion. R. P. ; t. XLIII, p. 61. Sur la vision binoculaire. M. le prof. Dor ; t. XLIII, p. 241. Transparence des images doubles. Le Conte ; t. XLV, p. 229. Analyse de divers travaux par le Dr G. Haltenhof ; t. XLIX, p. 156, 259. Sur l'association congénitale et acquise. M. le prof. Donders ; t. XXXVIII, p. 299.

des vertébrés. Nous sommes ici en plein dans le champ d'une organisation qui précède chez l'embryon toute sensation lumineuse et qui ne relève que de l'*hérédité* consacrée par les générations antérieures. Les dernières recherches faites par les histologistes de tous pays ont établi l'entre-croisement des éléments nerveux du chiasma d'une manière aussi complète que possible, et les cas d'hémiopie donnent gain de cause à ces observations.

A quoi servirait le chiasma sans le jeu de la vision binoculaire ? C'est grâce au chiasma qu'elle est *possible*. Sans le chiasma, les impressions lumineuses des deux yeux seraient aussi indépendantes que les deux sensations produites sur les deux paumes des mains par un corps que l'on saisit. Nous avons deux impressions très-distinctes, *jamais confondues*, mais la notion de l'*unité du corps* reste intacte.

Pour les yeux, ainsi que nous l'avons fait voir précédemment, il y a confusion constante entre les impressions rétiniennes; le sensorium est *incapable* de discerner celle de l'œil droit de celle de l'œil gauche, nous touchons à une conformation nerveuse *spéciale de naissance.*

2° Les strabiques de naissance à déviation légère des axes optiques ont deux impressions lumineuses qui ne s'associent nullement en une seule, malgré une habitude invétérée; la vision binoculaire est impossible. Quand les yeux sont sains, ils se servent alternativement de l'un ou de l'autre, mais pas des deux à la fois, et si l'on pratique l'opération du strabisme, *instantanément* et sans aucune habitude obtenue graduellement, la vision binoculaire est

[1] *Arch. des Sc. phys. et nat.*, t. XLIII, p. 61.

rétablie, ainsi que le démontrent une foule de guérisons [1].

Nous voyons par là l'immense écart qui existe entre l'étude progressive de l'interprétation des sensations lumineuses que nous décrit M. Dufour dans le cas d'un aveugle-né auquel la lumière est rendue, et le cas d'un *strabique de naissance* n'ayant jamais eu de vision binoculaire par suite de déviation organique des axes optiques et qui, instantanément et sans tâtonnement, perd sa diplopie dès la fin de l'opération. L'un est le résultat nécessaire de l'éducation d'un sens, l'autre est le résultat d'une conformation organique préexistante. Si l'œil gauche de l'aveugle Noé est susceptible d'être opéré à son tour et si la vision binoculaire est rétablie au moins dans une partie du champ visuel correspondant aux portions transparentes des cornées, M. Dufour pourra constater que la fusion des deux impressions en une *seule sensation* ne demande pas les tâtonnements que réclame l'éducation du sens de la vue.

La célèbre guérison des aveugles-nés obtenue par le chirurgien anglais Chesselden [2] a montré d'une manière absolue que les patients n'ont jamais fait de confusion à cause des images doubles, mais seulement par suite du manque d'interprétation des sensations lumineuses dans les premiers temps qui ont suivi leur guérison.

Il nous semble que la théorie nativistique dans la vision binoculaire s'associe si bien aux intéressants développements de la théorie empiristique qui relèvent des observations des aveugles-nés, qu'on ne saurait voir un anta-

[1] Helmholtz, Optique physiologique. Javal, Du strabisme.

[2] *Condillac,* Traité des sensations, IIIme partie, chapitre V.

gonisme réel dans ces deux ordres de faits ayant chacun leur valeur et leurs conséquences dans les phénomènes de la vision.

Le travail de M. Dufour nous a paru si consciencieux et si intéressant que nous pensons y voir une contribution importante apportée à l'optique physiologique.

Raoul Pictet.

SUR LE

COMMENCEMENT DE L'HÉNOGÉNIE[1]

CHEZ DIVERS ANIMAUX

Par le Dr HERMANN FOL

I. *De la structure de l'ovule.*

L'ovule, encore contenu dans l'ovaire, mais approchant de la maturité, se compose chez les animaux que j'ai étudiés sous ce rapport, d'un vitellus plus ou moins granuleux, plus ou moins chargé de globules lécithiques, d'une vésicule germinative et d'une ou plusieurs taches de Wagner. La vésicule germinative se compose d'une membrane et d'un contenu. Sans entrer pour le moment dans une discussion sur la question de savoir si cette membrane appartient, philosophiquement parlant, au vi-

[1] Hæckel a créé récemment deux nouveaux termes pour désigner le développement individuel et le développement historique ou paléontologique d'un être ; il les nomme Ontogénie et Phylogénie. J'accepte son idée ainsi que le second de ces mots nouveaux. Quant au premier, je ne puis l'adopter car sa signification étymologique est en opposition avec le sens que lui prête son inventeur. Onto-génie veut dire la formation de l'être en tant qu'être abstrait. « Das werden des seins ». Pour désigner le développement individuel, il est indispensable de remplacer le mot grec ὄντος qui signifie l'être abstrait par le mot ἕνος qui désigne un être individuel, un individu. Les mots d'Ontogénie et d'Ontogénèse devront donc faire place aux termes plus rationnels d'Hénogénèse et d'Hénogénie.

tellus ou à la vésicule je me contenterai de dire que ce n'est pas une membrane dans le vrai sens du mot mais simplement une couche limitante plastique. La membrane vitelline proprement dite fait encore défaut ; la surface du vitellus est formée seulement par une couche de sarcode compacte.

Le contenu de la vésicule diffère du vitellus non-seulement par son pouvoir de réfraction qui est beaucoup moins grand, mais encore par ses propriétés chimiques. J'ai pu y discerner, dans la plupart des cas que j'ai observés, un réseau de filaments sarcodiques anastomosés et suspendus dans une substance plus claire. C'est cette disposition que HEITZMANN a découverte et qui a été décrite depuis dans les noyaux des cellules les plus diverses. Le nucléole est suspendu dans ce réseau de sarcode.

Si la composition de l'ovule ovarien est au fond assez uniforme dans le règne animal, il n'en est pas de même de l'ovule au moment de la ponte.

Chez l'Oursin, d'après les observations de DERBÈS, d'O. HERWIG et les miennes, l'ovule, au moment de la ponte et même auparavant, ne possède plus de vésicule germinative, mais seulement un pronucléus femelle. Après fécondation, cet œuf se développe sans l'expulsion préalable de sphérules de rebut. Cette absence des globules polaires semble constituer un cas exceptionnel pour le règne animal. Nous verrons cependant que l'exception est plus apparente que réelle.

Dans la majorité des cas l'ovule mûr possède une grande vésicule germinative qui ne disparaît que peu avant la ponte (*Sagitta,* divers cœlentérés) ou peu après ce moment *(Pterotrachœa, Asterias)*. Cette vésicule germinative est aussitôt remplacée par un système de fila-

ments sarcodiques arrangés en double étoile. J'ai décrit ces étoiles pour les Ptéropodes et Butschli les a étudiés avec plus de précision chez *Nephelis, Succinea, Limnæus,* etc. Je donnerai désormais à ces étoiles doubles reliées entre elles le nom d'*amphiaster*. L'amphiaster qui se forme aux dépens de la vésicule germinative, au moment où celle-ci disparaît, ressemble tout à fait à celui qui se forme dans une cellule en voie de division, seulement il est situé près de la surface du vitellus. Nous donnerons à ce premier système étoilé le nom d'*amphiaster de rebut,* parce qu'il donne naissance aux sphérules de rebut. L'aster périphérique sort alors du vitellus pour constituer une première sphérule de rebut qui peut se diviser après sa sortie. Puis la moitié interne de l'amphiaster, restée dans le vitellus, devient un amphiaster complet.

Ce second amphiaster de rebut se sépare comme le premier, de telle sorte que son aster périphérique constitue le second globule polaire. La substance expulsée de la sorte provient en majeure partie de la vésicule germinative avec un peu de protoplasma vitellin. L'opinion d'Oellacher sur l'origine de ces globules chez la truite trouve dans ces faits une confirmation éclatante. La dernière étoile qui reste dans le vitellus se ramasse pour constituer le pronucléus femelle.

Quant à la tache de Wagner, elle disparaît en général avant la vésicule germinative; tel est le cas des Gastéropodes que j'ai observés. Elle peut manquer déjà avant la maturité de l'ovule (*Sagitta*); ou bien encore, elle peut se dissoudre en même temps que la vésicule germinative ainsi que cela a été observé chez *Asterias* par R. Greef, E. van Beneden et moi-même.

Nous sommes donc en présence de deux cas en appa-

rence distincts. Dans l'un, celui de l'Oursin, l'ovule au moment de la ponte est déjà dépourvu de sa vésicule germinative et ne possède qu'un pronucléus femelle; s'il vient à être fécondé, il se développera sans expulsion de globules polaires. Dans l'autre cas, qui est celui de la grande majorité des animaux, l'ovule pondu possède encore une vésicule et souvent une tache germinatives qui disparaissent pour faire place à l'amphiaster de rebut, ou bien il ne possède déjà plus sa vésicule germinative, mais bien un corpuscule qui devient un amphiaster. Un des premiers phénomènes qui suivent la ponte dans ce second cas est l'expulsion des sphérules de rebut.

Pour comparer avec fruit ces deux cas, il importait d'examiner si l'expulsion des matières de rebut doit être considérée comme une suite de la fécondation, ou simplement comme un phénomène de maturation. Puis il fallait étudier le premier développement d'un animal voisin de l'Oursin, mais dont l'œuf possédât encore sa vésicule germinative au moment de la ponte; l'*Asterias* répond à ces conditions. Enfin il importait de connaître exactement les phénomènes de maturation de l'ovule chez l'Oursin. C'est dans ce but que j'ai étudié à nouveau ce sujet à Messine en janvier et février 1877.

En passant en revue l'opinion des auteurs anciens et récents sur la première de ces questions, l'on ne rencontre que peu d'observations propres à nous renseigner. Je citerai l'opinion de Bischoff qui arrivait déjà en 1844 à la conclusion que la disparition de la vésicule germinative et la sortie des globules polaires sont des processus indépendants de la fécondation. Les observations publiées par Quatrefages en 1848 sur le développement d'une *Hermella* et en 1849 sur celui d'un *Teredo* ne donnent

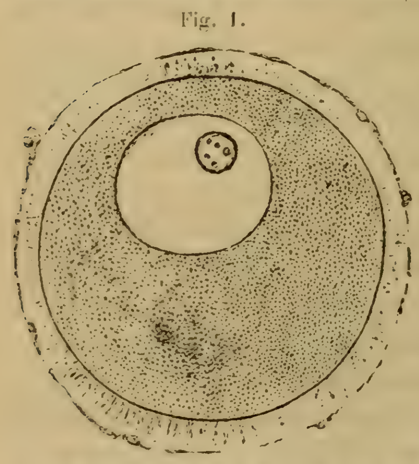
pas de réponse péremptoire à la question qui nous occupe. Il en est autrement des observations faites par DE LACAZE-DUTHIERS sur *Dentalium* en 1857 et d'après lesquelles les sphérules de rebut opèrent ici leur sortie chez des œufs soigneusement mis à l'abri de toute possibilité de fécondation. Ces œufs se décomposent ensuite. RANSOM arrivait pour les poissons en 1867 à la conclusion que la vésicule germinative disparaît chez l'œuf mûr mais non fécondé. FRITZ RATZEL trouva en 1869, dans l'ovaire de *Tubifex*, les œufs les plus mûrs déjà dépourvus de vésicule germinative et il décrit fort bien la sortie des globules polaires chez des vitellus non fécondés. Pour la truite, OELLACHER touve en 1870 que l'expulsion des globules polaires a lieu sans fécondation préalable et les considère comme n'étant que la vésicule de Purkinje expulsée du vitellus. EIMER arrive, l'année suivante, à des conclusions analogues pour les reptiles, ainsi que KLEINENBERG en 1872 pour l'*Hydra*. En 1874, METSCHNIKOFF soutenait avec raison, contrairement à l'opinion de HÆCKEL, que le vitellus des Siphonophores, arrivé à parfaite maturité, mais non fécondé, est dépourvu de sa vésicule germinative. Dans son travail sur le développement des Naïades, W. FLEMMING arrive (1875) à la conclusion que la disparition de la vésicule germinative et l'expulsion des cellules polaires est indépendante de la fécondation et GŒTTE publie la même année son bel ouvrage sur le développement du *Bombinator* où il arrive aux mêmes conclusions. Enfin, d'après R. GREEF la tache et la vésicule germinatives disparaissent dans l'œuf pondu mais non fécondé d'*Asterias*; il vit ces œufs se développer ensuite par parthénogénèse.

La question, malgré tout cela, n'était pas résolue, car

à ces opinions d'hommes si compétents, l'on peut en opposer d'autres toutes contraires qui font dépendre la disparition de la vésicule de Purkinje d'une fécondation préalable. Butschli lui-même, dans son dernier ouvrage, se fait encore le défenseur de cette manière de voir : il admet bien que l'expulsion des globules polaires peut avoir lieu sans fécondation préalable, mais il considère ce processus comme un commencement de développement parthénogénétique et point du tout comme un phénomène de maturation. C'est une question sur laquelle on pourrait discuter longtemps et sans grande utilité. Je crois cependant que les observations que je vais rapporter sont de nature à ébranler l'opinion de Butschli.

L'*Asterias (Asteracanthion) glacialis* que je viens d'étudier de nouveau à Messine pendant le mois de janvier 1877 se prête parfaitement à ce genre d'études. L'ovule mûr possède une grande vésicule germinative et une tache germinative très-nette et assez fortement réfringente. Cette tache est suspendue dans un réticulum de filaments sarcodiques qui occupe tout l'intérieur de la vésicule de Purkinje. Le vitellus est granuleux,

Fig. 1.



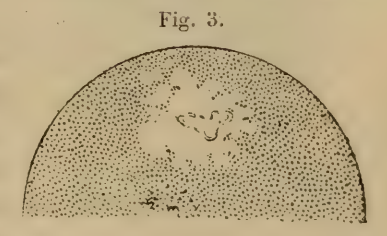
Ovule mûr d'Asterias glacialis, grossi 300 fois. A l'extérieur les cellules et fibres du stroma de l'ovaire ; puis la couche muqueuse à stries radiaires, le vitellus granuleux, la vésicule germinative très-claire et la tache germinative réfringente et renfermant quelques vacuoles.

dépourvu de membrane vitelline, mais enveloppé d'une couche mucilagineuse à la surface de laquelle adhèrent des cellules pavimenteuses et des fibres qui proviennent du stroma de l'ovaire. Dès que l'ovule se trouve dans l'eau de mer, cette couche irrégulière de cellules se détache. La vésicule germinative se ratatine ensuite, et perd la netteté de ses contours en changeant souvent de forme. Elle finit par ne plus se montrer que comme une tache claire très-irrégulière sans limites définies. Néanmoins l'emploi des réactifs fait réapparaître la membrane de la vésicule repliée sur elle-même de telle façon qu'il est impossible de dire si elle est encore complète ou si elle est déchirée ou dissoute en partie. Finalement la vésicule se fond en quelque sorte dans le vitellus. Jamais son contenu n'est expulsé au dehors comme l'a cru E. van Beneden. Je ne peux m'expliquer l'erreur dans laquelle est tombé le savant naturaliste, qu'en admettant que les œufs qu'il a observés étaient comprimés par le couvre-objet; ce n'est que dans ces conditions-là que j'ai jamais observé des faits analogues à ceux que van Beneden a décrits.

Fig. 2.

Le vitellus, après quelques minutes de séjour dans l'eau de mer. La vésicule germinative se ratatine, sa membrane se plisse. Les enveloppes de l'œuf ont été laissées de côté, ainsi que la moitié nutritive du vitellus. $^{300}/_{1}$.

Fig. 3.

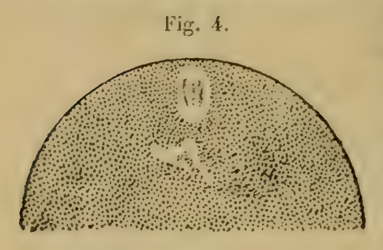


L'hémisphère formatif du vitellus au moment où la vésicule germinative se disperse. La tache germinative, de forme très-irrégulière, est à peine visible. $^{300}/_{1}$.

La tache germinative perd aussi ses contours nets, pâlit, change souvent de forme, diminue progressivement, soit par simple dissolution, soit par la perte de morceaux qui s'en détachent, et finit par se dissoudre.

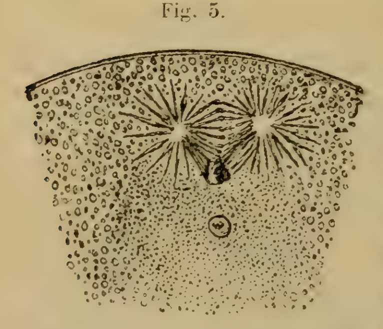
L'on ne voit plus maintenant dans le vitellus que deux taches claires dont l'une très-mal définie et de forme irrégulière occupe encore la place où se trouvait la vésicule germinative, tandis que l'autre, de forme ovoïde, se rapproche de la surface (fig. 4). En employant les réactifs, l'on distingue dans la tache ovoïde l'amphiaster de rebut. Cet amphiaster se forme aux dépens de la vésicule germinative, par des processus sur lesquels j'insisterai dans une autre occasion. Qu'il me suffise de dire qu'il se forme dans la vésicule germinative ou dans ce qui reste de cet élément, mais qu'il occupe dès l'abord une position excentrique.

Fig. 4.



Hémisphère formatif du vitellus au moment où la tache claire se divise en une partie ovoïde, renfermant l'amphiaster, qui se rapproche de la surface, et une partie irrégulière qui reste dans l'intérieur. $^{300}/_{1}$.

Fig. 5.



Petite portion d'un vitellus renfermant l'amphiaster de rebut avec les varicosités de Bütschli et un corps irrégulier dans son plan neutre. Un peu plus bas se voit une partie finement granuleuse où se trouvait la vésicule germinative et un corpuscule rond, dernier reste de la tache germinative. Préparation à l'acide picrique. Grossissement $^{700}/_{1}$.

Ce premier amphiaster de rebut (fig. 5) présente souvent dans son plan

neutre des corps de formes irrégulières que l'on pourrait considérer comme des résidus de la membrane de la vésicule germinative. Le dernier reste de la tache germinative est encore visible à une certaine distance de cet amphiaster de rebut, montrant clairement que ce n'est pas aux dépens de ce nucléole que se forme l'amphiaster. Je n'oserais pourtant affirmer qu'aucun fragment de la tache germinative ne puisse jamais entrer dans la composition de l'amphiaster.

Ce premier amphiaster ne donne pas, chez l'étoile de mer, directement naissance aux corpuscules polaires. Si l'on traite un œuf par les réactifs, peu de minutes après le moment représenté sur la fig. 5, l'on ne trouve plus un amphiaster, mais un corps compact à contours étoilés. Ce corps répond-il à l'amphiaster tout entier ou seulement à l'une de ses moitiés? résulte-t-il d'une condensation de l'amphiaster ou de sa division? La seconde supposition semblerait plus probable *à priori*; mais comme je n'ai jamais réussi à voir à côté de ce corps étoilé une autre aster, je préfère m'en tenir à la première supposition.

Fig. 6.

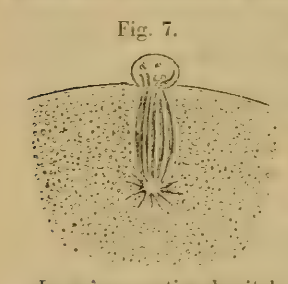


Petite portion d'un vitellus avec son enveloppe muqueuse et la première sphérule de rebut en train de se détacher. L'amphiaster de rebut est divisé en deux moitiés, dont l'une constitue le globule polaire et n'est plus reconnaissable que par une série de grains verticaux, et l'autre, encore complète, reste dans le vitellus. Préparation à l'acide picrique. $^{600}/_{1}$.

Quoi qu'il en soit, le vitellus ne présente bientôt plus qu'une tache assez réfringente, située près de la surface, et qui se résout en un amphiaster. Celui-ci se divise par les procédés que je décrirai à propos du fractionnement, et de telle façon que l'aster périphérique, y compris ses filaments vitel-

lius et ses filaments avec varicosités de Bütschli, constitue le premier corpuscule de rebut (voyez fig. 6). Puis l'aster intérieur se change en un nouvel amphiaster de la manière suivante : Les filaments de Bütschli (que l'on peut aussi nommer filaments bipolaires), au lieu de se retirer vers le centre de l'aster, s'allongent à nouveau, et les varicosités disparaissent en s'étirant. Ces filaments constituent de nouveau un fuseau (fig. 7), dont l'une des extrémités se trouve au centre de l'aster intérieur, tandis que l'autre point de convergence des filaments répond au point de contact du vitellus et du premier corpuscule polaire. Au milieu de ces filaments bipolaires se forment de nouvelles varicosités, et le second amphiaster de rebut ainsi constitué se divise exactement comme le premier et donne naissance au second corpuscule polaire. Il ne reste après cela dans le vitellus que l'aster intérieur du second amphiaster (voyez fig. 11); je reviendrai bientôt sur ses transformations ultérieures.

Fig. 7.

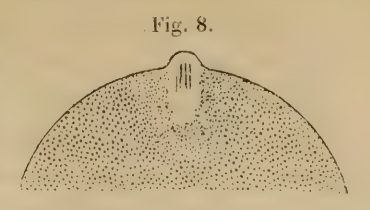


La même portion du vitellus au moment où le premier globule polaire est détaché et où les filaments de Bütschli de l'aster interne s'allongent à nouveau pour former le second amphiaster de rebut. Préparation à l'acide picrique. $^{800}/_{1}$.

Jetons encore un coup d'œil sur ces processus tels qu'ils se présentent lorsqu'on les étudie sans l'emploi des réactifs. Les formes que prennent les corpuscules en train de se détacher ont été décrites par tant d'auteurs et tout particulièrement par Robin, que je puis me dispenser d'y revenir. L'on se rendra compte, du reste, de ces formes en ce qui concerne l'*Asterias*, en considérant les figures 8, 9 et 10. Ces mêmes figures montrent aussi les aspects

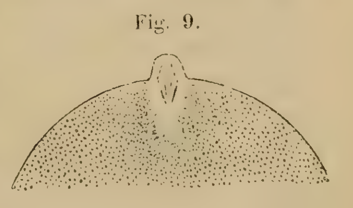
sous lesquels se présente la tache ovale qui renferme l'amphiaster. Les filaments bipolaires de ce dernier se voient déjà, quoique peu nettement, chez l'œuf vivant. Vers le moment où le premier corpuscule polaire commence à se détacher, la surface du vitellus forme des plis disposés comme les rayons d'une étoile dont le centre est représenté par le pédoncule qui relie encore le corpuscule avec le vitellus (fig. 10). Ces plis vont en s'accentuant à mesure que le corpuscule se détache pour commencer à s'effacer une fois qu'il est complétement détaché. Les mêmes phénomènes se reproduisent lors de la sortie du second corpuscule. Cette formation de plis radiaires ainsi que bien d'autres détails de la sortie des corpuscules polaires s'expliquent facilement si l'on admet que la couche la plus superficielle du vitellus est douée d'une consistance plus grande que le vitellus lui-même. Cette couche limitante ne constitue pas une véritable mem-

Fig. 8.



L'hémisphère formatif du vitellus au moment où le premier globule polaire se prépare à sortir. L'on distingue les filaments bipolaires de l'amphiaster et les filaments radiaires de l'aster interne, œuf vivant. $^{300}/_{1}$.

Fig. 9.



Le même que le précédent, un peu plus avancé, œuf vivant. $^{300}/_{1}$

Fig. 10

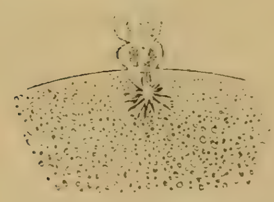


Partie formative du vitellus avec son enveloppe muqueuse, la première sphérule de rebut achevant de se détacher et les plis radiaires formés par la surface du vitellus et sa couche limitante. Œuf vivant. $^{300}/_{1}$.

brane à contours doubles, mais sous bien des rapports elle se comporte à la manière d'une membrane. Les corpuscules soulèvent en sortant une partie de cette couche qui, en cet endroit-là, devient une pellicule distincte, recouvrant les deux corpuscules (voyez fig. 12). Beaucoup d'auteurs ont déjà remarqué ce fait chez divers animaux et l'ont toujours interprété comme donnant la preuve de l'existence d'une membrane vitelline. C'est une conclusion à laquelle je ne saurais souscrire. La véritable membrane vitelline ne se soulève qu'après la fécondation. Chez des œufs fécondés après la sortie des globules polaires, l'on voit ces globules enfermés entre deux membranes, dont l'une, extérieure, très-mince, n'est que la pellicule dont nous venons de parler, tandis que l'autre, interne, beaucoup plus forte, répond à la membrane vitelline. Je rappellerai que j'ai décrit des plis radiaires à la surface de l'œuf fraîchement pondu des Geryonides, plis qui prennent sans doute naissance de la même manière que chez *Asterias*.

L'aster qui reste dans le vitellus après la sortie des deux corpuscules est situé tout près de la surface (fig. 11). Il ne tarde guère à s'effacer et à se changer en une ou deux petites taches claires de forme irrégulière et qui prennent, par l'action des réactifs, l'aspect de jeunes noyaux (fig. 12). Ces taches vont en croissant à mesure qu'elles s'enfoncent dans le vitellus ; elles se fusionnent entre elles. D'autres taches claires apparais-

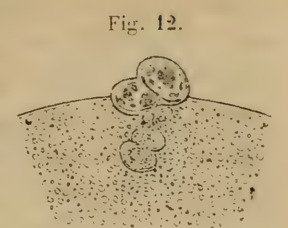
Fig. 11.



Petite portion du côté formatif du vitellus avec les deux globules polaires déjà formés et la moitié interne du second amphiaster de rebut restée dans le vitellus. Préparation à l'acide picrique. 600/1.

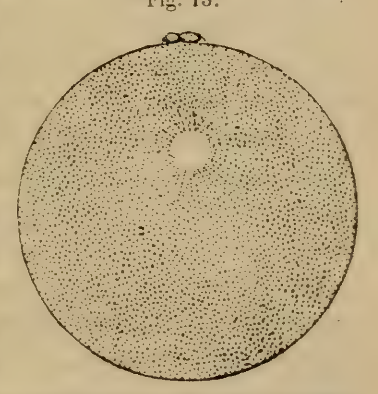
sent sur les côtés de la première, avec laquelle elles se soudent à leur tour ; et de la sorte la tache augmente rapidement, tout en marchant vers le centre du vitellus et se change en un véritable noyau muni d'un ou deux nucléoles. La suite du développement montre que ce noyau doit encore recevoir un élément mâle ; nous pouvons donc, avec E. VAN BENEDEN, lui donner le nom de pronucléus femelle. Ce pronucléus femelle s'arrête dans sa marche centripète à peu près au tiers du diamètre du vitellus (fig. 13). Les stries radiaires, peu accentuées du reste, que l'on remarque autour du pronucléus en voie de croissance s'effacent et l'ovule entre maintenant dans une nouvelle période d'inactivité.

Fig. 12.



La même que sur la fig. 11 au moment où les globules polaires sont tout à fait détachés et où l'aster interne du second amphiaster de rebut se change en de petites taches qui ont l'aspect de petits noyaux irréguliers. Préparation à l'acide picrique. $^{600}/_{1}$.

Fig. 13.



L'ovule entier, sans ses enveloppes, avec ses globules polaires, retenus par une mince pellicule, et son pronucléus femelle achevant sa croissance et encore entouré de stries radiaires peu nettes. Œuf vivant. $^{300}/_{1}$.

Toutes les modifications que le vitellus de l'étoile de mer a éprouvées jusqu'ici ont été occasionnées par le simple contact de l'eau de mer, sans aucune fécondation préalable. Une fécondation préalable ne change rien à ces processus ; ils restent exactement les mêmes, que l'œuf soit fécondé ou qu'il ne le soit pas.

Ces faits étant acquis en ce qui concerne l'Étoile de mer, il était permis de supposer que chez l'Oursin les choses se passeraient d'une manière analogue; et comme l'ovule de l'Oursin est pondu au point que celui de l'Étoile de mer n'atteint qu'après un séjour plus ou moins prolongé dans l'eau de mer, il était permis de se demander si les mêmes phénomènes ne se retrouveraient pas chez l'ovule de l'Oursin dans l'intérieur de l'ovaire.

L'on sait que Derbès et O. Hertwig considèrent le pronucléus femelle mûr de l'Oursin comme identique à la tache de Wagner de l'ovule avant sa maturité. D'après O. Hertwig la vésicule germinative arriverait à la surface et serait éliminée *in globo*. La tache germinative seule resterait dans le vitellus et deviendrait le pronucléus femelle. Ces deux éléments histologiques seraient du reste tout à fait identiques et la différence que l'on remarque dans leurs propriétés optiques proviendrait de ce que le nucléole si fortement réfringent de l'ovule est situé dans le contenu presque liquide de la vésicule germinative, tandis que plus tard ce nucléole se trouvant au milieu des granulations vitellines apparaîtrait comme une tache claire. Hertwig a fait ses observations sur des œufs placés dans le liquide de la cavité du corps de l'Oursin, liquide qu'il considère comme un liquide indifférent pour l'ovule, en d'autres termes comme son menstruum naturel.

Examinant à mon tour les ovules mal mûrs du même animal dans les mêmes conditions, je ne pus retrouver aucune des images décrites et figurées par Hertwig. En revanche, chez ceux des ovules qui avaient atteint presque leurs dimensions normales, tout en conservant encore leur vésicule germinative, je vis au bout de deux ou

trois heures la vésicule se ratatiner, être remplacée par un grand amphiaster très-facile à voir, et j'observai enfin la sortie d'un globule polaire. Tout cela concordait assez exactement avec le processus que j'avais observé chez l'Étoile de mer, avec ces seules petites différences que 1° chez l'Oursin le globule polaire ne soulève en sortant aucune pellicule, aucune portion de membrane, en sorte qu'il se détache et se perd aussitôt après sa sortie : 2° que je n'ai vu chez l'Oursin qu'un seul globule polaire. Toutefois, je dois remarquer que mes observations ne portent que sur un très-petit nombre de cas. Pour trouver ces phases de la maturation de l'ovule, il faut passer en revue des centaines d'œufs, et le fruit de tant de patience est souvent perdu par le fait que le liquide de la cavité du corps de l'Oursin s'altère au bout de peu d'heures et que les ovules commencent alors à se décomposer au lieu de mûrir. C'est pour ces motifs que je n'attribue pas une grande importance au fait que je n'ai pu voir qu'un globule polaire. Il est fort possible qu'il s'en forme deux et qu'ils m'aient échappé, puisqu'ils ne sont retenus par rien et se séparent de l'ovule aussitôt formés.

Mes observations étaient donc en contradiction complète avec les résultats d'O. Hertwig, et concordaient au contraire parfaitement avec les résultats obtenus chez l'Étoile de mer. Mais cela ne pouvait suffire ; il fallait encore trouver la cause de l'erreur commise par Hertwig, et il importait de savoir si les processus observés dans le liquide du corps se retrouvent bien les mêmes dans le sein de l'ovaire. En étudiant des ovules mal mûrs, placés toujours dans le même liquide, *mais légèrement comprimés*, je vis au bout de quelque temps la vésicule germinative

arriver à la surface et crever. C'est donc exactement la même cause qui avait déjà induit E. van Beneden en erreur; ces deux auteurs ont pris un processus artificiel pour un phénomène normal.

Plaçant ensuite des ovaires entiers de l'Oursin dans l'acide acétique ou picrique suivi d'alcool dilué et les dilacérant dans de la glycérine, je réussis, après une longue recherche, à trouver quelques ovules qui présentaient un amphiaster de rebut bien accentué, semblable à celui que j'avais vu se produire chez des œufs plongés dans le liquide du corps. Dès lors mes derniers doutes étaient levés. Il est vrai que je n'ai pas observé la formation du pronucléus femelle; mais je doute d'autant moins que son mode de formation soit le même que chez l'*Asterias*, que ce pronucléus n'a, dans des préparations à l'acide picrique, aucune ressemblance avec la tache de Wagner. Ces deux éléments ne se ressemblent que par leurs dimensions, mais point par leur structure et leur composition.

La principale différence entre ces deux cas consiste donc dans l'époque précoce ou tardive de la disparition de la vésicule germinative et de la formation des globules polaires. Si ces globules ne sont pas expulsés chez l'Oursin après la ponte, c'est que leur expulsion a eu lieu déjà au sein de l'ovaire.

Ces différences deviennent bien moins frappantes encore si nous jetons un coup d'œil sur l'époque de disparition de la vésicule germinative chez divers animaux. J'ai déjà rappelé ci-dessus quelques données que les auteurs nous fournissent à cet égard, et je vais en ajouter quelques autres que j'ai recueillies moi-même sur nature. Chez la plupart des Méduses, l'ovule étudié aussitôt après la

ponte, n'a déjà plus de vésicule germinative. Chez *Phallusia* cette vésicule disparaît vers l'époque où l'ovule passe de l'ovaire dans l'oviducte, où il paraît séjourner un certain temps. Chez *Sagitta*, les œufs que renferme l'oviducte sont généralement dépourvus de vésicule germinative et c'est exceptionnellement que des ovules peuvent être pondus avant cette disparition de la vésicule. Chez *Phallusia* j'ai découvert un singulier processus par lequel prennent naissance les cellules si particulières à ces animaux et qui enveloppent l'œuf. Je les ai vues se former dans l'intérieur de l'ovule très-jeune au contact du noyau et voyager ensuite jusqu'à la surface du vitellus. Mais ce processus ne peut, en aucune façon, se comparer à celui de la formation des corpuscules polaires. L'Oursin est donc le seul animal, à ma connaissance, chez lequel les sphérules de rebut se forment et se détachent dans l'intérieur de l'ovaire.

II. *De la fécondation normale.*

Un pas très-important vient d'être fait dans la connaissance de ce phénomène primordial. O. Hertwig a montré, dans son beau travail sur le premier développement de l'Oursin, que le spermatozoaire pénètre dans l'œuf et entre dans la composition du noyau de l'œuf fécondé. J'ai répété les observations du savant allemand et puis en garantir l'exactitude à quelques détails près qui ressortiront de ma propre description.

Hertwig n'a pas observé la pénétration du zoosperme dans le vitellus. Il conclut à l'existence de cette pénétration pour divers motifs qui ne me paraissent pas tous également justes. Mais sa conclusion est parfaitement

exacte ; j'ai observé nombre de fois ce processus qui avait échappé aux recherches de HERTWIG et je puis en conséquence fournir la preuve directe, qui manquait encore, de l'origine de ce qu'il nomme le noyau spermatique. Le premier zoosperme qui arrive au contact de la couche muqueuse qui enveloppe l'ovule, s'y implante aussitôt et sa pointe arrive au contact du vitellus généralement dans l'espace d'une seconde ou deux. Les mouvements de la queue se ralentissent alors et le corps du spermatozoaire s'allonge et entre dans le vitellus. La queue reste visible quelques instants ; puis on cesse de la voir et à sa place l'on distingue un cône de matière transparente très-pâle. Ce cône s'allonge et change de forme à chaque instant ; il prend les formes les plus diverses et disparaît enfin après plusieurs minutes.

Le corps du spermatozoaire, une fois entré dans le vitellus, paraît se fusionner avec le protoplasme vitellin pour constituer une petite tache claire qui devient le centre d'un système de stries radiaires. L'alcool absolu ou l'acide osmique suivi de bichromate de potasse changent cette tache en un globule très-réfringent. J'adopte pour cette tache le terme de *pronucléus* proposé par E. VAN BENEDEN et la nommerai le *pronucléus mâle*. Ce pronucléus mâle traverse le vitellus pour se mêler intimement au pronucléus femelle dont nous connaissons déjà l'origine. Nous savons aussi que ce pronucléus femelle se trouve dans une position excentrique ; eh bien ! le point de pénétration du zoosperme n'a aucune relation constante avec la position de ce premier pronucléus. De la fusion de ces deux pronucléus résulte le nucléus de l'œuf fécondé qui se fractionne ensuite suivant des procédés que je décrirai plus loin.

J'ai toujours parlé du zoosperme au singulier; c'est que dans des conditions normales il ne pénètre qu'un élément mâle dans chaque vitellus. Pour expliquer ce fait je dois revenir en arrière dans ma description et noter quelques détails que j'avais laissés de côté. A peine le contact est-il établi entre le corps du spermatozoaire et le vitellus, que l'on voit déjà une mince membrane se détacher de ce dernier et se soulever irrégulièrement dans la région où le contact a eu lieu. Cette membrane s'étend de là sur toute la périphérie du vitellus et se soulève avec une rapidité que l'on a de la peine à se représenter lorsqu'on n'a pas été témoin de ce phénomène; c'est ainsi que les zoospermes qui continuent à arriver à travers la couche muqueuse, sont exclus du vitellus. Il ne faut pas confondre cette première membrane avec celle qui se différencie ensuite et qui reste accolée à la surface du vitellus. La fécondation faite dans des conditions normales a lieu à l'aide d'un seul zoosperme par œuf; ce fait est de toute évidence chez l'Oursin. En revanche, les ovules d'individus qui ont souffert en captivité sont modifiés; la formation de la membrane est plus lente et il entre souvent deux ou trois zoospermes dans chaque vitellus. Mais de tels œufs ne produisent que des larves monstrueuses. Je n'insiste du reste pas sur ces phénomènes que j'ai étudiés avec plus de détail chez *Asterias*.

Nous avons déjà vu de quelle manière l'ovule de l'*Asterias glacialis* est modifié par un séjour dans l'eau de mer. La période qui s'écoule depuis la formation du second amphiaster de rebut jusqu'à la formation du pronucléus femelle et la première heure après que ce dernier état a été atteint, sont le moment le plus favorable pour la fécondation. Si l'ovule n'est pas fécondé, il restera, sans

changement, pendant quelques heures, puis commencera lentement à se décomposer. Je ne l'ai jamais vu se développer par parthénogénèse, comme l'a observé R. Greef. Toutefois, je me hâte d'ajouter que je ne considère pas ce résultat négatif comme suffisant pour infirmer les conclusions si précises du savant professeur de Marburg. Laissant pour le moment de côté les cas anomaux qui se produisent lorsque l'œuf est fécondé avant ou après le moment favorable, ou qu'il est altéré d'une manière ou de l'autre, passons en revue les phénomènes de la fécondation normale.

Fig. 14.

Petite portion de la surface du vitellus de l'Asterias glacialis avec l'enveloppe muqueuse et les zoospermes arrêtés à la surface de cette dernière. Un spermatozoaire a traversé à peu près la moitié de l'épaisseur de cette couche. A la surface du vitellus se voit un bord ombré qui est hyalin en nature, et vis-à-vis du zoosperme une bosse formée par cette substance hyaline. Préparation vivante. $^{800}/_{1}$.

Les spermatozoaires arrivant au contact de l'œuf, restent avec le corps empâté dans l'enveloppe muqueuse de ce dernier. Bientôt l'un d'entre eux est parvenu à se frayer un chemin à travers la moitié de l'épaisseur de cette couche, et aussitôt le vitellus présente des modifications extrêmement remarquables. Avant qu'aucun contact ait eu lieu entre le zoosperme et le vitellus, le protoplasme de ce dernier s'amasse du côté qui fait face au spermatozoaire le plus rapproché et y constitue une mince couche hyaline qui recouvre le vitellus granuleux (fig. 14). Cette couche ne doit du reste pas être considérée comme distincte de la substance vitelline; elle est en continuité avec

le réseau de sarcode qui tient en suspension les granules de protolécithe. Ce bord transparent se soulève à son centre en une bosse qui s'avance à la rencontre de l'élément mâle. La bosse, d'arrondie devient conique, et bientôt on voit un mince filet de protoplasme établir la communication entre le sommet du cône et le corps du zoosperme. Ce dernier s'allonge, s'étire et pénètre dans le vitellus par un procédé qui ressemble tout à fait à l'écoulement d'un liquide visqueux. Les formes que prend successivement ce corps étiré varient beaucoup d'un cas à l'autre et changent rapidement. En général, on distingue encore pendant quelques instants le corps du zoosperme qui diminue de plus en plus; puis il ne reste qu'un fil présentant quelques varicosités (fig. 18) et surmonté par la queue, disons plutôt le cil vibratile devenu immobile. Quelques secondes plus tard, le cil vibratile a disparu à son tour et l'on ne voit plus à sa place qu'un cône très-pâle, allongé ou même effilé, à base assez large (fig. 19). Faut-il considérer ce cône comme résultant d'une transformation du cil vibratile ou bien comme le produit d'une exsudation du vitellus? Ces suppo-

Fig. 15.



La même que sur la fig. 14, au moment où la communication entre le zoosperme et le vitellus est établie à l'aide d'un filament très-ténu partant du sommet de la bosse hyaline changée en cône. Préparation vivante. $^{800}/_{1}$.

Fig. 16.



La même que sur la fig. 15, prise au moment où le cône se raccourcit, le corps du zoosperme diminue et la couche limitante se différencie en une membrane vitelline. $^{800}/_{1}$.

Fig. 17.



La même que sur la fig. 16, prise au moment où le zoosperme est très-réduit, le cône hyalin presque rentré dans le vitellus et où la membrane vitelline présente un cratère. $^{800}/_{1}$.

Fig. 18.



La même que sur la fig. 17, prise au moment où il ne reste pour ainsi dire plus rien du corps du zoosperme en dehors du vitellus, où la membrane avec son cratère se sépare de la surface du vitellus laissant apercevoir le filament par lequel le cil du zoosperme est attaché au vitellus qui présente en ce point une petite tache claire. $^{800}/_{1}$.

sitions pourraient être justes toutes deux. L'existence d'une exsudation sortant du vitellus au point de pénétration ne fait pas pour moi l'objet d'un doute ; mais il se pourrait fort bien que le cil vibratile raccourci et en voie de décomposition contribuât pour sa part à la formation de ce cône. La forme effilée qu'il présente ne semble pas pouvoir s'expliquer autrement. Ce cône d'exsudation reste visible pendant plusieurs minutes et prend, pendant ce temps, les formes les plus diverses qui rappellent les flammes d'un feu de paille sans être aussi rapides. Tantôt il est simplement conique, tantôt bosselé, flanqué de barbules, de languettes (fig. 20). Enfin, il se dissipe et disparaît.

Pendant que ces phénomènes se succèdent, la couche hyaline superficielle, que nous avons vu se former au point où le contact allait se produire, commence à s'étendre depuis le point de pénétration et finit par envelopper tout le vitellus. Au moment où la communication avec le zoosperme est établie, cette couche se différencie très-nettement, prend un double contour et commence à se déta-

cher de la surface de l'œuf; elle devient une véritable membrane vitelline. La différentiation de cette membrane gagne tout le tour de l'œuf en commençant par le point de fécondation où il reste un petit enfoncement en forme de cratère. Au-dessous de cet enfoncement de la membrane se trouve, à la surface même du vitellus, un autre enfoncement à bords relevés et un autre cratère. Ces deux petits cratères ne restent visibles que pendant quelques minutes et disparaissent sans laisser de traces.

Fig. 19.

La même que sur la fig. 18, prise au moment où l'on n'aperçoit plus à la place du cil du zoosperme qu'un cône effilé, large mais très-pâle, communiquant avec le vitellus par l'ouverture présumable du cratère de la membrane vitelline. 800/1.

Fig. 20.



La même que sur la fig. 19, prise un peu plus tard lorsque le cône d'exsudation prend des formes irrégulières et changeantes. La tache claire existe toujours dans le vitellus, immédiatement au-dessous du cône et présente quelques petits grains réfringents. Œuf vivant. 800/1.

Chez un œuf arrivé au point favorable de son évolution, avant d'être fécondé et chez un œuf qui n'a pas été altéré, tous ces processus se succèdent avec une rapidité telle, que l'accès du vitellus est barré à tout zoosperme qui serait de peu de secondes en retard sur le premier.

Je suis d'avis que la fécondation normale de l'Étoile de mer se fait à l'aide d'un seul zoosperme par œuf; ceci vient confirmer la conclusion à laquelle O. Hertwig et moi sommes arrivés avec

un degré de certitude encore plus grand en ce qui concerne l'Oursin. Nous verrons que les œufs qui ont reçu plus d'un spermatozoaire se développent d'une manière anomale et monstrueuse. Les sexes étant distincts chez ces animaux et en nombres à peu près égaux, il est clair que parmi les œufs fécondés et se développant normalement, les uns deviendront des mâles, les autres des femelles. La production des sexes ne peut dans ce cas-ci être déterminée par le nombre des zoospermes introduits dans le vitellus.

Je dois encore noter que la pénétration a lieu en un point quelconque de la surface du vitellus, tantôt dans le voisinage des sphérules de rebut, tantôt au pôle opposé, tantôt sur les côtés. La direction du fractionnement étant

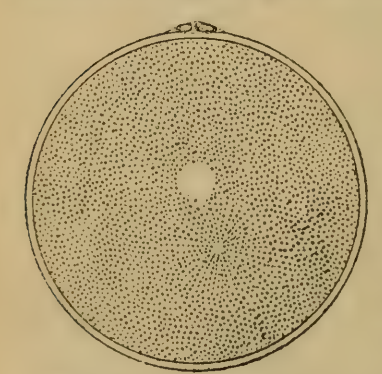


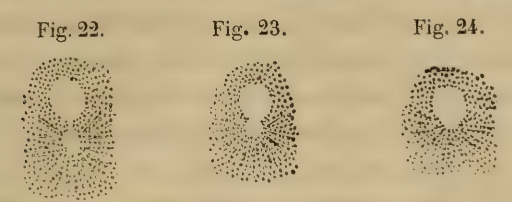
Fig. 21.

Le vitellus d'*Asterias glacialis* entouré de sa membrane vitelline dans laquelle sont logés les globules polaires. Près du centre se voit le pronucléus femelle et au-dessous, l'aster mâle ayant le pronucléus mâle dans son centre. Œuf vivant. Grossissement $^{300}/_{1}$.

constante par rapport à la position des globules polaires, il en résulte que la situation du point par lequel le zoosperme vient à s'introduire n'a aucune influence sur cette direction des divisions cellulaires.

Le point de pénétration devient le centre d'une étoile ou aster mâle; dans le milieu de l'aster se trouve un amas ou pronucléus mâle qui va se fusionner avec le pronucléus femelle d'une manière tout à fait conforme à ce

qui s'observe chez l'Oursin. Pendant les premiers instants après la fécondation, l'on ne voit qu'une petite tache claire assez indistincte au bord du vitellus. Les rayons de l'aster



Trois phases successives de la réunion des deux pronucléus mâle et femelle. D'après le vivant. $^{300}/_{1}$.

mâle ne commencent à se montrer nettement que plusieurs minutes après la fécondation, et lorsque la tache claire s'est déjà avancée un peu vers l'intérieur du

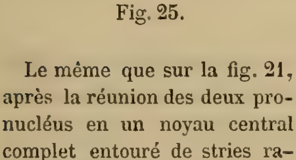
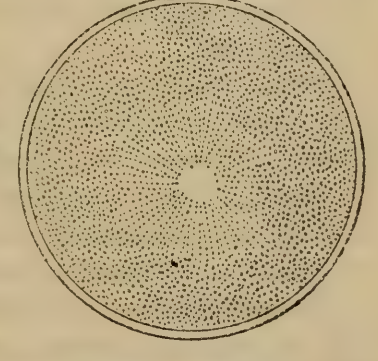


Fig. 25.

Le même que sur la fig. 21, après la réunion des deux pronucléus en un noyau central complet entouré de stries radiaires. $^{300}/_{1}$.



vitellus. Quelques-uns de ces filaments radiaires s'étendent du centre de l'aster au point de la surface du vitellus où le contact a eu lieu, point qui est encore reconnaissable grâce à la présence d'une petite cicatrice. Ce sont, je crois, ces filaments que O. Hertwig a pris chez l'Oursin pour une partie de la queue du spermatozoaire. Les rayons de l'aster mâle deviennent toujours plus longs et plus marqués à mesure que le pronucléus

mâle se rapproche du pronucléus femelle. Ce dernier, jusque-là immobile, ne commence à se déplacer à l'encontre de l'autre pronucléus qu'au moment où les rayons de l'aster mâle arrivent à le toucher. Les deux noyaux se rapprochent alors rapidement l'un de l'autre et se soudent en prenant successivement, mais en ordre inverse, ces formes que l'on attribuait autrefois aux noyaux en voie de division (voy. fig. 22, 23 et 24).

Si nous comparons entre eux ces processus intimes de la fécondation chez l'Oursin et chez l'Étoile de mer, nous sommes frappés de voir deux cas en apparence bien distincts et qui pourtant ne sont que des variations d'un même type fondamental. Cette comparaison nous permettra de comprendre les phénomènes observés chez d'autres animaux où la pénétration du zoosperme n'a pu être suivie pas à pas.

Butschli a observé le premier la formation de deux noyaux dans le sein du vitellus d'un Nématode du genre *Rhabditis*. Il a vu ces noyaux marcher à la rencontre l'un de l'autre et se souder entre eux. Auerbach confirme ce fait chez un autre Nématode, mais sans s'apercevoir que ce phénomène n'a lieu qu'après la sortie des corpuscules polaires qui existent pourtant chez l'espèce qu'il a étudiée. Butschli décrit ensuite ces processus avec plus de soin chez divers Nématodes, chez d'autres Vers et chez quelques Gastéropodes d'eau douce. Il montre que la disparition de la vésicule germinative et la sortie des globules polaires précèdent la formation de ces deux noyaux; il indique fort bien que les noyaux ne prennent pas toujours naissance aux deux pôles opposés du vitellus et que parfois il s'en forme plus de deux. Enfin cet habile observateur suppose avec justesse que la formation et la réu-

nion de ces noyaux sont des phénomènes liés à ceux de la fécondation, mais il n'en fournit pas la preuve directe. Une confusion regrettable subsiste dans sa description entre ces pronucléus qui prennent naissance indépendamment l'un de l'autre et les petites vésicules qui se forment au-dessous des globules polaires pour se réunir bientôt en un pronucléus femelle. O. HERTWIG assigne enfin à ces deux pronucléus, chez l'Oursin, leur véritable signification mais sans fournir encore de preuve directe à l'appui de son opinion. Cette preuve est faite maintenant. E. VAN BENEDEN a retrouvé ces deux pronucléus dans l'œuf du Lapin et les interprète de la même façon.

Chez *Sagitta* l'ovule au moment de la ponte est généralement déjà dépourvu de sa vésicule germinative ; les deux globules polaires sortent peu de temps après. La fécondation a lieu peu d'instants après la ponte. Il est assez difficile d'obtenir des œufs pondus et non fécondés ; toutefois j'ai réussi parfois à en obtenir et j'ai remarqué que la sortie des globules polaires est bien plus lente et plus tardive que chez l'œuf fécondé. Chez ce dernier l'on voit une tache claire se former près des sphérules de rebut et une seconde tache prendre naissance à la périphérie du vitellus, le plus souvent dans l'hémisphère opposé à celui dont les globules polaires occupent le sommet. Cette dernière tache s'entoure aussitôt d'une étoile de filaments protoplasmiques et se meut dans la direction de l'endroit où se trouve l'autre pronucléus que, par analogie, nous pouvons nommer le pronucléus femelle. Pendant ce mouvement de translation, l'on voit très-nettement que le centre de l'étoile se trouve en avant de la tache claire et que celle-ci est entraînée d'une manière passive. Arrivée près du pronucléus femelle, jusqu'alors immobile, cette

étoile se meut plus rapidement, le pronucléus est attiré vers la tache claire et ces deux éléments se fusionnent pour constituer le nucléus de l'œuf fécondé. La tache claire avec son étoile ressemblent trop à l'aster mâle de l'Oursin et de l'Étoile de mer pour que nous hésitions à les classer dans la même catégorie ; toutefois je ne puis fournir la preuve directe en ce qui concerne la *Sagitta*.

Chez les Hétéropodes la fécondation a lieu dans l'oviducte, en sorte que les œufs pondus sont déjà fécondés depuis un certain temps. Néanmoins ils possèdent encore sauf de rares exceptions *(Firoloïdes)* leur vésicule germinative. La tache germinative a déjà disparu et il est rare que l'on en trouve encore des fragments suspendus dans la vésicule germinative au moment de la ponte. Il est encore plus rare de rencontrer à ce moment-là une tache de Wagner restée intacte.

Bientôt apparaissent les deux centres d'attraction aux deux extrémités de la vésicule ou plutôt dans une position un peu excentrique.

Leur existence est annoncée par l'apparition de deux asters dont les rayons s'étendent en partie en dehors et en partie en dedans de la vésicule. Ces derniers se rencontrent et se soudent entre eux en commençant par ceux du milieu et constituent ainsi les filaments bipolaires. Je n'insiste pas davantage pour le moment sur ces phénomènes que je décrirai avec plus de détails dans un mémoire qui ne tardera pas à paraître. L'un des asters sort ensuite sous forme de globule polaire ; puis il se forme un second globule et les renflements de Butschli du dernier aster réunis à son amas central constituent un noyau. C'est au moment où la seconde sphérule de rebut se forme qu'apparaît le pronucléus mâle. Il est très-petit,

fortement réfringent et situé à la surface du vitellus dans une position très-variable par rapport à celle des globules polaires. Il chemine ensuite vers le centre du vitellus tout en grossissant rapidement et en perdant son aspect réfringent. Les modifications qu'il éprouve sont exactement parallèles à celles qui surviennent dans le pronucléus femelle. Dans tous deux l'on trouve à certain point de leur croissance un petit nucléole. Ils se rencontrent au centre de l'œuf et se soudent en un noyau unique. Le fait que le pronucléus mâle n'est devenu visible qu'au moment de la sortie du second globule ne doit pas nous étonner, puisque nous savons que chez l'Étoile de mer l'aster mâle reste à l'état latent jusqu'à ce moment-là. Le mode de croissance du pronucléus mâle montre bien que ce noyau est un produit de fusion et non pas simplement le corps d'un zoosperme.

Ces quelques exemples des principales variétés qui ont été observées pourront suffire à montrer que les deux pronucléus ont été trouvés partout où on les a cherchés et que le pronucléus mâle est avec certitude dans certains cas, avec probabilité dans les autres, un résultat de la fusion du zoosperme avec une certaine quantité de protoplasma vitellin. Enfin que le noyau de l'œuf fécondé n'a qu'une liaison très-éloignée avec la vésicule germinative et se constitue par la fusion des deux pronucléus.

III. *De quelques cas de fécondation anomale.*

J'ai décrit ci-dessus les modifications que subissent les œufs mûrs de l'*Asterias glacialis* lorsqu'on les place simplement dans l'eau de mer et les phénomènes d'une fécondation artificielle faite avec des œufs non altérés mais débar-

rassés de leurs matières de rebut. Essayons maintenant de féconder ces œufs immédiatement après leur sortie de l'ovaire, ou, tout au moins, avant l'expulsion de la première sphérule de rebut, et pour plus de sécurité, prenons-les à un individu qui a déjà vécu quelques jours en captivité.

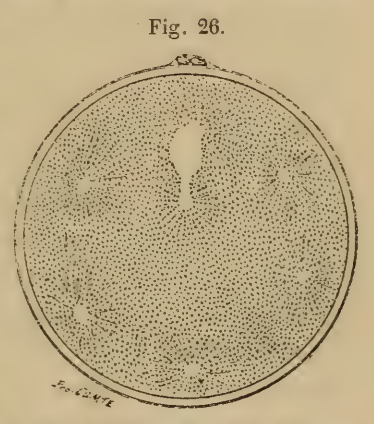
Les détails de la pénétration du zoosperme dans le vitellus sont, à peu de chose près, les mêmes que dans le cas normal ; ces processus sont seulement plus accentués et surtout bien plus lents. La différence principale est que la membrane vitelline ne se forme et ne se soulève que très-lentement autour du point où la pénétration a lieu ; au lieu de gagner rapidement le tour du vitellus, elle ne s'étend qu'à une fraction de la périphérie. Cette lenteur dans la formation de la membrane a une conséquence très-importante, à savoir que d'autres spermatozoaires ont tout le temps de pénétrer successivement en différents points de la surface de l'ovule et continuent à le faire jusqu'à ce que le vitellus soit complétement enfermé dans une membrane qui leur est imperméable.

L'étendue et la rapidité de formation des portions de la membrane qui se différencient autour de chaque point de pénétration sont très-variables et d'autant plus faibles que l'on s'éloigne davantage des conditions normales. En pareil cas j'ai compté jusqu'à quinze zoospermes dans un seul vitellus. C'est-à-dire qu'il a fallu quinze centres de formation de la membrane vitelline pour que celle-ci fût complétée. Plus on se rapproche des conditions normales et plus le nombre des spermatozoaires qui pénètrent est restreint.

Le corps du zoosperme coule dans le vitellus de la manière que j'ai décrite plus haut, seulement avec plus de

lenteur, en sorte que l'on peut bien plus facilement observer tous les détails du processus. Une tache claire entourée de filaments radiaires se forme à la périphérie du vitellus au point de pénétration ; c'est l'aster mâle. Ces asters mâles, partant de divers points de la surface, cheminent lentement dans la direction du centre du vitellus (fig. 26). Sauf pour le nombre des asters, tout ceci est conforme au cas normal. Si la fécondation a lieu avant la disparition de la vésicule germinative, les asters mâles restent assez longtemps à l'état latent et ce n'est qu'au moment où le premier globule polaire commence à sortir, parfois même déjà au moment où l'amphiaster de rebut est constitué, que les asters mâles se montrent, chacun à une petite distance de l'endroit où un zoosperme a pénétré.

Fig. 26.



Œuf d'*Asterias glacialis* provenant d'une mère malade, le vitellus a reçu plusieurs zoospermes. L'on distingue à la fois cinq asters mâles isolés et deux autres qui se réunissent simultanément au pronucléus femelle. Dessiné d'après le vivant. $^{300}/_{1}$.

Les asters mâles gagnent en netteté à mesure qu'ils s'éloignent du bord du vitellus, et dans leur centre l'on voit un petit amas de protoplasme réfringent que nous pouvons nommer un pronucléus mâle. Celui de ces noyaux mâles qui se trouve le plus près du pronucléus femelle se soude à ce dernier, qui devient aussitôt le centre d'un système de filaments radiaires. Puis ce noyau combiné se réunit encore à un second et même parfois à un troisième pronucléus mâle

(fig. 26). Les centres mâles ne se réunissent jamais entre eux; ils paraissent se repousser mutuellement et sont, au contraire, attirés par le centre femelle jusqu'au moment où ce dernier a été complétement neutralisé par sa réunion à deux ou trois centres mâles.

Le fractionnement de ces œufs est très-irrégulier. Lorsque les centres mâles sont nombreux, le vitellus forme du coup autant de bosses arrondies qu'il renferme d'asters mâles, chaque bosse ayant un aster dans son centre. Puis ces bosses se détachent les unes des autres et deviennent autant de sphérules qui continuent ensuite à se diviser par dichotomie. Il en résulte une blastosphère très-irrégulière et une larve monstrueuse.

Dans les cas où le nombre des centres mâles est très-restreint, le pronucléus femelle peut se répartir en deux ou trois noyaux. Cette division du noyau femelle n'a, du reste, jamais lieu au moment où ce pronucléus est tout à fait formé et arrondi; elle ne se produit que dans les cas où ce pronucléus à l'état naissant, c'est-à-dire composé d'une agglomération de taches claires, est sollicité à la fois par deux ou trois asters mâles équidistants. L'on voit alors ces taches claires se séparer les unes des autres pour se réunir aux centres mâles respectifs et constituer autant de noyaux. Au moment du premier fractionnement, chacun de ces noyaux se transforme pour son compte en un amphiaster et le vitellus se divise du coup en quatre ou six sphérules.

Je n'ai pas suivi le fractionnement chez les œufs dont le nucléus unique est le résultat de la combinaison du pronucléus femelle à plusieurs asters mâles. C'est probablement ici qu'il faut rapporter ces œufs que j'ai rencontrés assez souvent, chez lesquels le noyau se résout du

coup en un tétraster, c'est-à-dire en quatre asters reliés entre eux en carré.

Un vitellus qui a reçu deux zoospermes, peut-il se développer d'une manière normale ? Je n'oserais le nier absolument, mais j'ai toujours observé le contraire. Chaque fois que j'ai suivi un de ces œufs, je l'ai vu produire un nombre double de sphérules de fractionnement et devenir ensuite une larve monstrueuse. Ce fait, n'est-il pas propre à nous mettre sur la trace de l'origine de toute une catégorie de monstres doubles ? De Lacaze-Duthiers nous a fait connaître l'origine de monstres doubles par soudure de deux individus distincts ; n'aurions-nous pas maintenant la contre-partie, à savoir l'explication des monstres par dédoublement ?

Les phénomènes que je viens de décrire se présentent non-seulement chez des œufs fécondés avant la maturité ou altérés par un trop long séjour dans l'eau ; ils se trouvent encore et surtout chez des œufs même mûrs à point, mais provenant d'animaux qui ont souffert de la captivité. Ayant fécondé des œufs provenant d'une mère très-malade, je vis les zoospermes pénétrer en nombre dans chaque vitellus et leurs corps se conserver intacts au milieu de la substance vitelline, bien qu'il fussent parfois entourés de quelques lignes rayonnées mal accentuées. Ils cheminèrent tous un peu dans la direction de la vésicule germinative qui disparut très-lentement ; puis ces œufs se décomposèrent. A tort ou à raison, l'on ne peut s'empêcher de rapprocher ces faits de la soi-disant survie du zoosperme dans l'œuf d'un mammifère, décrite par Campana.

A cette exception près, je n'ai jamais réussi à discerner le corps du zoosperme dans l'intérieur du vitellus. Le cor-

puscule assez réfringent qui occupe le centre de chaque aster mâle, ne me paraît répondre exactement au corps du zoosperme, ni par ses dimensions, ni par son aspect, ni par sa forme. Le corps du spermatozoaire ne se reconnaît d'une manière incontestable que dans les premiers instants après la pénétration, avant la formation des stries radiaires. Je ne pense pas que le spermatozoaire persiste comme tel ; je crois bien plutôt que le pronucléus mâle est le produit de la fusion du corps de l'élément mâle avec du protoplasme vitellin en proportions très-variables suivant les espèces.

L'affinité qui existe entre le zoosperme et la sarcode vitelline et plus particulièrement le pronucléus femelle ainsi que l'attraction qu'il exerce sur ces substances, me paraissent mises hors de doute par les observations que j'ai rapportées. La répulsion mutuelle des centres mâles me paraît être un corollaire de leur attraction pour le centre femelle, de même que la répulsion qu'exercent l'un sur l'autre les deux pôles d'un amphiaster est le corollaire de l'attraction que ces pôles exercent sur le protoplasme environnant.

Dans un mémoire, que j'espère voir bientôt publié, je décrirai plus au long les observations dont je viens de résumer les principaux résultats, et j'insisterai en particulier sur les phénomènes de division cellulaire qui, dans l'état actuel de la science, demandent une discussion approfondie et appuyée de nombreux détails qui ne sauraient trouver place dans un extrait.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Henry Draper. Photographies des spectres de Vénus et de la Lyre. (*The American Journal of Science and Arts*, t. XIII, p. 95, février 1877.)

Dès le printemps de 1872, l'auteur s'est occupé de photographier les spectres d'étoiles, de planètes et de la lune avec un réflecteur de 28 pouces et un réfracteur de 12 pouces. Dans les spectres de Vénus et de la Lyre, des bandes ou des raies larges sont visibles dans la région du violet et de l'ultra-violet, qui ne ressemblent nullement à ce que présente le spectre solaire. L'étude est difficile et exige beaucoup de temps, parce que les plaques doivent être exposées pendant un nombre considérable de minutes pour recevoir l'action de la source lumineuse. Pour une étoile, la pose dure de 10 à 20 minutes et requiert un mouvement parfaitement réglé du télescope.

De bons résultats ont été obtenus l'été dernier, et au mois d'octobre le spectre de Vénus a présenté un grand nombre de raies. Autour de H, il paraît y avoir un affaiblissement du spectre, analogue à celui que M. Draper avait observé photographiquement dans le spectre du soleil au moment de son coucher.

PHYSIQUE.

G. Quinke. Ueber diffusion..... Sur la diffusion et la question de savoir si le verre est impénétrable aux gaz. (*Annales de Poggendorff*, t. CLX, page 118.)

M. Quincke a cherché à résoudre cette question par l'expérience suivante, qui a été prolongée pendant dix-sept ans.

Il avait fermé à la lampe les deux extrémités d'un tube en V, après avoir placé dans l'une des branches du zinc et de l'acide sulfurique étendu, disposés de telle sorte qu'on pût les mettre en contact en inclinant l'appareil. L'autre branche, consistant en un tube capillaire, renfermait de l'air isolé par un curseur de mercure, et servait de manomètre pour évaluer la pression de l'hydrogène dégagé. Quatre appareils semblables, pesés plusieurs fois dans l'espace de 17 ans qu'a duré l'expérience, n'ont pas éprouvé de changement de poids appréciable. La paroi des tubes avait 1 $^{1}/_{2}$ mm. d'épaisseur, et la pression était, dans les différents appareils de 1 $^{1}/_{2}$ à 10 atmosphères le premier jour, de 25 à 54 au bout de 5 mois, de 25 à 126 au bout de 17 ans. Le même essai a été fait en remplaçant l'hydrogène par l'acide carbonique, et a donné le même résultat sous des pressions de 21 atmosph. le premier jour, 34 atmosph. après 5 mois et 44 après 17 ans.

Tandis que l'acide sulfurique mouillait d'abord le verre en formant un angle de raccordement de 180° environ, cet angle a peu à peu diminué pendant la durée de l'expérience, comme si, sous l'influence de la pression, la paroi s'était recouverte d'une couche de gaz modifiant les actions réciproques du verre et du liquide.

D'après cette expérience, il ne passe donc pas, en 17 ans, et sous une pression de 40 à 120 atmosphères, une quantité appréciable d'hydrogène ou d'acide carbonique à travers une paroi de verre de 1 $^{1}/_{2}$ mm. d'épaisseur.

M. Quincke ne croit pas que l'on doive conclure de ce résultat que les molécules de l'hydrogène et de l'acide carbonique aient des dimensions supérieures à celles des pores et des molécules du verre, mais plutôt que ces pores se sont remplis d'une couche de gaz attirée et maintenue fixe par la proximité de la substance solide, ou bien qu'ils sont obstrués par du liquide terminé par des surfaces à fortes courbures. C. S.

BERTHELOT. INFLUENCE DE LA PRESSION SUR LES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES. (*Comptes rendus*, 12 mars 1877, t. LXXXIV, page 477.)

M. Berthelot a présenté les observations suivantes au sujet de la variation de pression observée par M. Quincke dans les expériences relatées ci-dessus :

« Ces expériences, faites en dehors de toute idée préconçue, prouvent que le dégagement de l'hydrogène n'est pas arrêté par la pression, mais seulement ralenti, la grandeur du ralentissement dépendant des dispositions spéciales des appareils. Elles peuvent être regardées comme une confirmation des expériences et des idées que j'avais émises moi-même à ce sujet, il y a une dizaine d'années[1] ; bref, ce n'est pas l'affinité chimique qui se trouve modifiée, mais simplement l'étendue et la nature de la surface d'attaque du métal par l'acide, le métal se recouvrant d'une couche gazeuse et adhérente, tandis que l'acide se sature dans son voisinage. Plus on atténue l'influence de cette double cause, plus l'action est rapide ; mais, dans tous les cas, lente ou rapide, elle se poursuit peu à peu, tant qu'il reste de l'acide à saturer ou du zinc à dissoudre.

« J'ai lieu de croire d'ailleurs que les expériences mêmes qui m'avaient été opposées à l'origine comme contradictoires avec mes propres essais, ayant été poursuivies depuis lors pendant un temps beaucoup plus long, ont donné des résultats concordant avec les miens, c'est-à-dire une attaque du métal par l'acide se prolongeant indéfiniment, en développant une pression d'hydrogène, qui a crû sans autre limite que l'explosion des vases où la réaction chimique s'effectuait. »

[1] Voir mon mémoire, *Annales de chimie et de physique*, 4me série, t. XVIII, p. 95.

CHIMIE.

De Mendeleeff. Hypothèse sur l'origine des huiles minérales. (*Berichte der deutsch. chem. Ges.*, X, 229.)

L'auteur ne croit pas que les huiles minérales proviennent de la décomposition de substances organiques, puisqu'on en trouve dans les terrains dévonien et même silurien en Pensylvanie, et que par conséquent elle devrait s'être formée dans des terrains encore plus anciens ne renfermant certainement que fort peu de débris organiques. Il admet que le centre de la terre doit renfermer une grande masse de métaux et surtout du fer, plus ou moins carburés et ce serait, d'après lui, ces carbures métalliques qui, sous l'influence de l'eau, de la chaleur et de la pression se décomposeraient en donnant des oxydes métalliques et des carbures d'hydrogène saturés.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE

Prof. Husemann. Antagonistische und antidotarische studien. Études relatives aux antagonistes et aux antidotes. (*Archiv für Exper. Pathologie u. Pharmacologie.* Leipzig, 1877, 335.)

J'ai déjà eu l'occasion d'insister plusieurs fois dans les *Archives* sur l'antagonisme des substances toxiques [1]. Cette question relativement nouvelle a été dans ces dernières années le sujet de nombreux travaux et il en est peu pour lesquelles les progrès que la physiologie est capable de faire faire à l'art de guérir soient aussi manifestes. M. Husemann s'efforce de la traiter plus à fond, et à propos de l'analyse des propriétés de quelques médicaments considérés comme antagonistes, il discute ce point important de la physiologie en se plaçant surtout au point de vue de la thérapeutique.

[1] Voyez *Archives*, 1873, t. XLVI, 344; t. XLVII, 157, 161, 162; 1874, t. XLIX, 266 ; t. LI, 195.

Je ne puis résumer que succinctement les principaux faits nouveaux de ce mémoire de plus de cent pages, les détails devant être consultés dans la publication originale.

Il résulte des travaux de M. Husemann, qu'il n'existerait pas de réel antagoniste physiologique ou dynamique dans toute l'acception de ce terme.

Tous les toxiques à propriétés antagonistes ne sont pas en effet comparables aux antidotes chimiques. On sait que quand il s'agit de substances minérales toxiques, si une substance (qui peut être toxique elle-même) peut neutraliser l'action délétère d'une autre à titre d'antidote, elle le fait soit en formant un composé insoluble, soit par tel autre procédé chimique. Si les deux substances capables de se neutraliser sont toutes deux toxiques, leur antidotisme sera mutuel. C'est là l'antidote chimique, l'antidote proprement dit.

Quand il s'agit au contraire de substances à effets physiologiques antagonistes, d'antidotes que l'on peut appeler avec M. Husemann *dynamiques*, il n'en est plus de même.

Certaines substances, elles-mêmes toxiques, peuvent modérer l'action nocive d'autres substances toxiques et empêcher la mort sans que l'inverse soit vrai.

C'est là ce qui est le plus fréquent si ce n'est même constant. Une substance telle que le chloral, par exemple, qui diminue l'excitabilité des centres nerveux médullaires, pourra être antagoniste de poisons qui agissent au contraire comme excitants de ces centres, telle que la strychnine, sans que pour cela la strychnine soit l'antidote du chloral.

Pour M. Husemann, il n'existerait réellement pas d'antidotes physiologiques se neutralisant mutuellement.— Étudiant la cause de ce fait, M. Husemann cherche à démontrer que la substance qui empêche l'action mortelle du poison, agit généralement en modifiant une fonction qui, étant accessoirement atteinte, est la cause de la mort. C'est ainsi que la strychnine amène la mort des mammifères par asphyxie, résultant surtout des troubles de l'hématose accompagnant les

convulsions. Le chloral en modérant les convulsions sera capable d'empêcher ces troubles de l'hématose, de se produire et pourra empêcher la mort. Il n'agira pas ainsi comme antidote direct des effets excitateurs de la strychnine sur le centre nerveux. L'effet antagoniste serait comme on le voit indirect.

J'ai déjà énoncé dans les *Archives*, il y a plusieurs années [1], une manière de voir analogue, quand je comparais l'action antagoniste du chloral dans le tétanos strychnique à l'effet de la respiration artificielle et de l'apnée préconisée par M. Rosenthal pour s'opposer aux accidents convulsifs du strychnisme.

« Rapprochant nos expériences, disais-je dans ce mémoire, de celles de M. Rosenthal, relativement à l'antagonisme du chloral pour la strychnine, nous pensons que le chloral agit dans ce cas probablement en s'opposant à la naissance des convulsions, et si la chloralisation est entretenue assez longtemps, la strychnine pourra être éliminée sans que des crises convulsives aient produit l'épuisement des centres nerveux et la mort. »

Cette interprétation du phénomène de l'antagonisme dynamique est sans doute applicable à l'antagonisme du chloral pour la strychnine; mais je doute que cette théorie soit toujours acceptable et que M. Husemann n'ait point été tenté de trop généraliser cette manière de voir. Pour ne citer qu'un exemple, je rappellerai que les effets d'hypersécrétion salivaire, biliaire, lacrymale pancréatique intestinale, ainsi que tous les autres phénomènes que produit la *muscarine*, la *calabarine* et le *jaborandi*, cessent tous comme par enchantement sous l'influence de l'*atropine* qui ne semble point s'adresser ici à des organes accessoires. Dans ce cas encore, l'antagonisme dynamique n'est pas non plus mutuel.

[1] Voy. Les Anesthésiques, par le Dr J.-L. Prevost. *Archives*, mai 1875, t. LIII, p. 39 et 40. Voy. aussi *Bulletin de la Suisse romande*, 1875, p. 82.

l'action de l'atropine n'étant que très-imparfaitement et même non modifiée par les substances précédentes dont elle est l'antagoniste.

J'ai dit tout à l'heure *imparfaitement modifiée*, j'ai voulu faire allusion à un effet antagoniste de la physostigmine pour l'atropine que M. Haidenhain a pu observer en prenant certaines précautions opératoires [1] et en agissant directement sur la glande sous-maxillaire dont la sécrétion avait été tarie par l'atropine.

C'est à la suite de l'analyse raisonnée que MM. Schmiedeberg et Koppe ont fait des effets physiologiques de la muscarine, que ces auteurs ont pu découvrir que ce poison devait trouver dans l'atropine un antagoniste, puisque cette substance agissait sur les diverses fonctions d'une façon diamétralement opposée. L'expérience justifia cette manière de voir.

Il me semble, en conséquence, que l'explication proposée, soit par moi-même d'abord, puis par M. Husemann, pour interpréter l'antagonisme du chloral pour la strychnine ne peut être généralisée à tous les contre-poisons dynamiques.

Quelles que soient ces critiques générales dans lesquelles je me suis laissé entraîner, le travail de M. Husemann n'en est pas moins intéressant et contribue à éclairer la question encore obscure de l'antagonisme dynamique.

On sait que M. Liebreich, après avoir découvert les propriétés hypnotiques du chloral, chercha à démontrer que cette substance est antagoniste de la strychnine et peut empêcher la mort que produit sans l'intervention du chloral la dose de strychnine administrée. M. Liebreich chercha à démontrer de plus, que la strychnine était aussi l'antidote du chloral et pouvait empêcher la mort dans le cas d'administration de doses léthales de chloral.

Cette manière de voir trouva une contradiction dans les

[1] Voy. *Archives*, 1874, t, LI, p. 195.

travaux de MM. Husemann [1], Arnould [2], Rajewski [3], Oré [4], Schroff, jun [5], etc., qui tous admettent une propriété antagoniste du chloral pour la strychnine tout en niant que la strychnine soit inversément l'antidote du chloral.

Le premier fait, c'est-à-dire l'antagonisme du chloral pour la strychnine, bien qu'admis par la plupart des auteurs, ne l'est pas par tous. Ainsi, voyons-nous M. Vulpian [6] le nier dans son cours de pathologie expérimentale, et chercher à démontrer que des chiens qui ont absorbé une dose mortelle de strychnine et auxquels on fait une injection intraveineuse de chloral, ne présentent pas d'attaques convulsives, mais ne sont pas moins voués infailliblement à la mort qui est simplement retardée.

Dans son travail M. Husemann analyse expérimentalement ces faits. Il montre que l'injection sous-cutanée ou intestinale doit être seule employée, l'injection intra-veineuse du chloral pouvant troubler ses propriétés et causer par elle-même des accidents mortels.

Il montre qu'il faut se garder de recourir à des doses élevées de chloral, si l'on ne veut pas voir succomber l'animal au chloral, il faut, pour lui, atteindre juste la dose hypnotisante et non collabante [7].

M. Husemann opère sur des lapins qui offrent une susceptibilité moyenne au chloral, quand on les compare aux chiens qui le tolèrent à hautes doses et aux chats qui sont au contraire très-impressionnables.

[1] *Neues Jahrb. f. Pharmacie*, Bd. 35, H. I, S. 1.

[2] *Presse medic. Belge*, n° 9, p. 69, 1870.

[3] *Centralbl. f. d. medic. Wissensch.* 17, S. 161, 1870.

[4] C. R. LXXIV, 24-26; LXXV, 1 et 4.

[5] *Medic. Jahrb.* 1872, H. IV, p. 420.

[6] Voy. Vulpian, Études de pathologie expérimentale sur l'action des substances toxiques et médicamenteuses. Leçons sur la strychnine, p. 193. *Journal de l'École de médecine*, 1876.

[7] C'est là probablement la cause de la différence des résultats de M. Vulpian que je signalais ci-dessus. Cet auteur introduit en effet le chloral dans les veines.

D[r] P.

M. Husemann ajoute à ses expériences la relation de cas nombreux publiés dans les journaux, dans lesquels l'administration de chloral ou de chloroforme (qui offre presque la même valeur que le chloral) ont empêché une dose toxique de strychnine de causer la mort.

Dans les cas d'empoisonnement par la strychnine, il est fréquent que le mode d'injection du poison, rende son absorption beaucoup plus lente que lorsqu'il s'agit d'expériences physiologiques, ce qui peut donner du temps et augmenter les chances de succès de l'antidote dynamique. M. Husemann insiste sur la nécessité de ne pas négliger pour cela l'administration des autres moyens antidotes, tels que l'évacuation du poison et l'absorption de tannin qui modère l'action toxique de l'alcaloïde.

M. Husemann résume son mémoire par les conclusions suivantes :

1° L'antagonisme mutuel entre la strychnine et le chloral n'existe pas. Des doses toxiques des deux poisons ne se neutralisent pas mutuellement, mais produisent plus ou moins rapidement la mort, quand on introduit les poisons par voie hypodermique, selon la dose et selon les circonstances qui modifient l'absorption du chloral. En général l'action déprimante du chloral prédomine.

2° Des animaux empoisonnés par la strychnine peuvent être sauvés par une dose de chloral qui produit un sommeil profond, mais non la mort. Sous l'influence du chloral l'animal peut supporter des doses de strychnine cinq à six fois plus fortes que celle qui produit la mort; même avec des doses de strychnine supérieures, on peut espérer de sauver la vie.

La limite de l'antidote n'est marquée que parce qu'à certaine dose cet antidote produit lui-même la mort.

Après l'administration de doses colossales de strychnine, l'hydrate de chloral peut retarder considérablement la mort, si bien que des lapins peuvent vivre plusieurs heures après

l'administration de doses de strychnine qui eussent sans le chloral produit la mort dans l'espace de cinq à dix minutes.

3° De petites doses de chloral comme on les administre pour produire le sommeil, ne sont pas suffisantes pour sauver la vie après l'administration de doses de strychnine atteignant plusieurs fois la dose léthale minimum.

4° Aucun des autres agents qui ont été proposés comme antidotes de la strychnine n'offre une action aussi puissante et si certaine que le chloral. Plusieurs offrent une action plus tardive que le chloral (morphine, opium, cannabis indica), d'autres ont des effets plus passagers (chloroforme), d'autres enfin n'enlèvent pas l'intelligence et laissent subsister l'angoisse de l'empoisonnement que peut éviter le chloral (curare, bromure de potassium, respiration artificielle, etc.)

5° On ne doit pas considérer l'action bienfaisante du chloral dans l'empoisonnement par la strychnine, comme une action directe antagoniste, sur le système nerveux qui modérerait l'excitation qui y a été produite par la strychnine; car dans les empoisonnements par de hautes doses de strychnine il est un stade dans lequel l'excitation subsiste en grande partie, et se signale, même pendant la narcose chloralique par des secousses cloniques ou toniques se montrant de temps en temps, quoiqu'il y ait eu affaiblissement du pouvoir réflexe par l'administration du chloral.

L'action du chloral dans le strychnisme aigu consiste en grande partie à abolir plusieurs voies de transmission servant à l'excitation des centres moteurs. C'est ce qui modère les causes d'excitation produisant par action réflexe les convulsions et la mort.

Dans plusieurs cas l'intensité et la durée des convulsions sont modérées.

6° Dans le traitement de l'empoisonnement strychnique par le chloral, il se produit toujours un abaissement de la

fréquence respiratoire qui fait place à une accélération passagère quand se produisent des paroxysmes de convulsions.

En même temps il y a abaissement de température qui peut survenir même quand le nombre des respirations se maintient sans modification.

7° La mort par introduction hypodermique ou digestive du chloral est le résultat presque constant d'un arrêt de la respiration. Une paralysie complète du cœur ne paraît se produire qu'au contact direct de solutions concentrées de chloral.

8° La mort par asphyxie se produit dans le chloralisme en partie par l'affaiblissement du centre respiratoire, en partie par infiltration œdémateuse des poumons qui se montre constante en plus ou en moins, dans l'empoisonnement des lapins par le chloral et apparaît aussi chez l'homme.

La diminution de la circulation par ralentissement et affaiblissement du cœur est simplement secondaire.

9° La strychnine ne sert à rien comme antidote du chloral, car elle n'est capable ni de changer l'action du chloral sur le centre respiratoire, ni de modifier l'œdème pulmonaire, ni d'empêcher sa formation.

Les lapins empoisonnés par le chloral et traités par la strychnine meurent toujours par paralysie respiratoire et offrent les mêmes lésions anatomiques après leur mort.

10° La durée de l'empoisonnement par le chloral ne subit aucune modification par la strychnine.

11° La strychnine n'est point capable de modifier l'abaissement de la force du cœur et la mort du cœur qui sont produits par le chloral chez les animaux à sang froid.

12° L'abaissement constant de la température que produit l'empoisonnement par le chloral ne subit aucune modification par l'emploi de la strychnine.

L'hématurie, l'albuminurie observées à la suite de l'injection de chloral dans les veines, se montrent aussi à la suite de l'injection hypodermique de solutions diluées (1 : 10). La strychnine n'a aucun effet sur ce phénomène.

14° L'élévation du thermomètre et de la respiration pendant la narcose chloralique doit être considérée comme un pronostic favorable.

15° La détermination de la dose léthale de chloral ne peut être faite que par des injections hypodermiques de solutions diluées qui n'offrent pas d'action caustique au point d'injection.

L'usage de solutions concentrées et caustiques de chloral empêche l'absorption complète et a induit en erreur des expérimentateurs qui étudiaient le soit-disant antagonisme qu'aurait la strychnine dans l'empoissement par le chloral.

16° L'affaiblissement du pouvoir réflexe produit par la narcose, due au chloral, n'est point modifié par une dose même plusieurs fois léthale de strychnine.

17° Une élévation *post mortem* de la température ne se montre pas dans l'empoisonnement par le chloral que l'on ait donné oui ou non de la strychnine.

18° L'arrêt du cœur se fait toujours en diastole quand il y a eu empoisonnement simultané par le chloral et la strychnine.

Après avoir démontré que la strychnine n'est pas capable d'enrayer les effets du chloral, M. Husemann cherche s'il est d'autres substances qui produisent cet effet. Il passe en revue à cet égard : le *camphre*, les *huiles essentielles*, les *sels ammoniacaux*, le *nitrite d'amyle*, et n'arrive pas à leur reconnaître les propriétés antagonistes que leur signalent quelques auteurs.

M. Husemann trouve au contraire dans l'*atropine* un agent susceptible de parer aux dangers de l'injection d'une dose trop forte de chloral.

L'auteur estime que c'est en excitant le centre respiratoire paralysé par le chloral, que l'atropine peut jouer le rôle d'antidote, grâce aux propriétés excitatives du centre respiratoire que MM. Bezold et Blœbaum ont reconnus à l'atropine. C'est là une action antagoniste qui peut se compa-

rer à celle que M. Johnston à reconnue à l'atropine dans les cas d'empoisonnement par de fortes doses d'opium, car, pour M. Husemann, l'atropine serait un antidote de l'opium, plutôt que l'opium un antidote de la belladone, comme on l'a souvent admis.

M. Husemann cite à ce propos le cas très-intéressant publié dans la *Berliner Klinische Wochenschrift*, qui est relatif à un malade intoxiqué par une dose de 20 à 24 grammes de chloral. Ce malade considéré comme victime d'un empoisonnement par l'opium fut traité, en conséquence, par une injection de 1 $^1/_2$ milligramme d'atropine et fut guéri par cette médication.

D^r P.

FÉLIX PLATEAU. NOTE SUR LES PHÉNOMÈNES DE LA DIGESTION ET SUR LA STRUCTURE DE L'APPAREIL DIGESTIF CHEZ LES PHALANGIDES. (Extrait par l'auteur.[1])

L'organisation spéciale des Phalangides m'a permis de détacher le chapitre qui les concerne d'une longue suite de recherches sur la digestion des Arachnides.

Les travaux successifs de Ramdohr, de Marcel de Serres, de Trevirances, de Tulk et de M. Blanchard laissaient peu de chose à élucider au point de vue anatomique proprement dit; aussi, la question du trajet exact des tubes de Malpighi exceptée, me suis-je appliqué à l'examen de la texture histologique de l'appareil digestif et surtout à l'étude détaillée des phénomènes de la digestion des Phalangium. Ainsi qu'on le verra par ce qui suit, la connaissance des fonctions des différentes parties du canal conduit à une interprétation exacte de ces mêmes parties et permet d'établir, entre le tube digestif des Phalangides et celui des Aranéides, des rapprochements remarquables mais tout autres que ceux qui étaient admis jusqu'à présent.

[1] *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 45e année, 2e série, tome 42, n° 11, page 719, 1876 (une planche).

Comme point de départ, je résumerai en quelques mots la structure du canal alimentaire des Araignées proprement dites : les Aranéides sont des animaux suceurs ; leur tube digestif comprend d'abord un intestin buccal entièrement localisé dans le céphalothorax et constitué par un œsophage à parois chitineuses se terminant par un appareil de succion accompagné d'une série de cinq paires de cœcums latéraux ; ensuite, dans l'abdomen, un intestin moyen suivi d'un intestin terminal. L'intestin moyen est ici caractérisé par ce fait qu'il reçoit à droite et à gauche les canaux excréteurs de la volumineuse glande appelée généralement *foie* chez les Aranéides. L'intestin terminal dilaté en poche de dépôt, reçoit à son origine, comme chez les Insectes et les Myriapodes, les tubes de Malpighi ou urinaires.

Chez les Phalangides, l'animal ne suce pas sa proie, il la dévore entièrement. Le tube digestif se compose, en premier lieu, d'un intestin buccal réduit à un court œsophage; puis d'une vaste poche médiane dans laquelle s'ouvrent dorsalement une trentaine de volumineux cœcums remplissant presque toute la cavité du corps ; enfin d'un intestin terminal court à l'origine duquel s'insèrent, ainsi que je le décris pour la première fois, les deux tubes de Malpighi. Il est à remarquer qu'ici le corps n'est plus divisé distinctement en un céphalothorax et un abdomen, et qu'en outre, un certain nombre de cœcums pénètrent dans les coxapodites des pattes.

Tous les auteurs, se basant sur une simple ressemblance de forme, regardent les cœcums des Phalangides comme les analogues des cœcums céphalothoraciques des Aranéides. Cela faute d'observations histologiques et surtout d'expériences physiologiques.

Des recherches expérimentales déjà très-avancées m'ont prouvé que la glande volumineuse nommée foie chez les crustacés décapodes, glande qui déverse son produit dans l'intestin moyen de ces animaux, n'était autre chose que

l'organe de sécrétion du liquide digestif destiné à l'émulsion des graisses et à la dissolution des albuminoïdes [1]. Récemment M. Jousset de Bellesme qui s'occupe depuis longtemps de recherches du même genre, m'a dit être arrivé à des résultats tout semblables; enfin de nombreuses expériences sur le soi-disant foie des Aranéides [2] dont les canaux s'ouvrent aussi dans l'intestin moyen m'ont démontré qu'il n'y avait ici du foie que l'apparence, que le liquide sécrété était encore une fois le liquide digestif principal, émulsionnant les corps gras, dissolvant les albuminoïdes et produisant du glucose aux dépens des matières amylacées.

L'épithélium de cellules volumineuses des cœcums des Phalangides ressemble beaucoup aux éléments cellulaires du prétendu foie des Aranéides; mais ce qui est plus positif, le liquide sécrété en abondance transforme aussi les féculents en glucose d'une façon lente, dissout activement les albuminoïdes et émulsionne énergiquement les graisses.

Les cœcums des Phalangides sont donc, non les analogues des poches de succion céphalothoraciques des Aranéides, mais les analogues évidents de leur glande digestive-abdominale. Il en résulte, et l'observation directe le prouve, du reste, que la grande poche médiane est le lieu principal de digestion et, par conséquent, l'intestin moyen.

R. Stearns. Sur la vitalité de quelques mollusques terrestres. (*American naturalist*, february 1877, p. 100.)

Dans son *Manual of Molluscs*, Woodward cite plusieurs cas de vitalité observés chez les mollusques, et en particulier ce-

[1] J'y ai déjà fait allusion dans mes *Recherches sur les phénomènes de la digestion, etc.... des Myriapodes*, p. 42, note 4.

[2] Je tiens, pour prendre date, à appeler l'attention du lecteur sur l'importance des résultats de mes expériences sur les Aranéides. Le Mémoire dans lequel ils figureront à côté d'autres faits nombreux, mémoire que j'espère terminer sous peu, sera, je pense, lu avec intérêt.

lui d'un *Helix desertorum*, qui fut trouvé vivant après avoir été fixé sur une planchette pendant quatre ans moins dix-huit jours. M. Stearns raconte qu'il a gardé dans une boîte, de mars 1873 au 23 juin 1875, neuf individus de *Bulimus pallidior*, Sow., reçus de San Jose del Cabo (Basse Californie), et qu'au bout de ce temps-là ils étaient encore tous en vie; cependant, ils moururent tous un peu plus tard, à l'exception d'un seul.

Un *Helix Veatchii* de Cerro Island a vécu six ans environ (de 1859 à mars 1865) sans nourriture.

L'auteur attire l'attention sur le fait que les trois espèces d'Helix et Bulimus connues par cette vitalité extraordinaire appartiennent à des régions arides, presque sans pluie, ce qui rend la végétation très-limitée et force les animaux à des jeûnes prolongés. M. D.

TAXON. CRUSTACÉS DU LAC TITICACA. (*Am. Nat.*, february 1877, p. 116.)

L. Agassiz et Garman ont exploré le lac Titicaca et fait remarquer que sa faune crustacée a un caractère très-marin.

Depuis lors M. Taxon a décrit et figuré ces crustacés dans le Bulletin du Musée de zoologie comparée. A l'exception d'un Cypris, toutes les espèces sont des Amphipodes du genre *Allorchestes* dont on ne connaissait jusqu'à présent qu'une seule espèce d'eau douce répandue du Maine jusqu'à l'Orégon et au détroit de Magellan. L'auteur en décrit sept nouvelles espèces dont quelques-unes proviennent d'une profondeur plus grande que celle qu'habitent les espèces anciennement connues. M. D.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MARS 1877.

Le 1er, neige à 9 h. du matin, et de 4 h. à 8 h. du soir ; la hauteur de la couche tombée était de 25mm à 10 h. du soir.

6, pluie et neige à différentes reprises dans la journée.

7, à midi et à 1 h. bourrasques de neige sur le Jura et sur le Salève ; à 4 h., halo solaire, faible chute de neige le soir, hauteur 8mm.

8, forte bise depuis midi ; giboulées de neige à plusieurs reprises dans l'après-midi.

9 et 10, forte bise tout le jour ; le soir à 7 ½ h., lumière zodiacale s'étendant jusqu'aux Pléiades.

11, la bise souffle encore, mais sensiblement moins forte que les trois jours précédents.

12, hâle dans la journée.

13, neige le matin à 6 h. ; à 11 h. 40 m., chute de grésil, plus tard le soir, pluie.

15, à 7 h., belle lumière zodiacale.

16, gelée blanche le matin ; le soir, belle lumière zodiacale.

20, brouillard de 6 h. à 8 h. du matin ; l'après-midi et le soir, fort vent du SO.

21, fort vent du SO. jusqu'au soir.

24, neige dans la nuit précédente ; à 6 h. du matin, la hauteur de la couche était de 25mm ; depuis 10 h. du matin jusqu'au soir, fort vent du SSO.

26, gelée blanche le matin ; forts coups de vent du SO. dans la soirée et dans la nuit suivante.

27, fort vent du SSO. tout le jour.

28, à 10 h. ½ du soir couronne lunaire.

29, à 9 h. du matin, halo solaire visible faiblement dans la partie supérieure ; depuis midi, fort vent du Sud.

31, brouillard de 6 à 8 h. du matin ; ciel clair depuis 10 h.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 2 à 10 h. matin	736,12
12 à 10 h. matin	728,88
15 à 8 h. matin	728,92
23 à 8 h. matin	721,84
31 à 10 h. matin	731,36

MINIMUM.

	mm
Le 7 à 8 h. soir	710,18
13 à 2 h. après midi	723,64
20 à 4 h. après midi	706,20
25 à 4 h. après midi	706,79

Jours du mois.	Baromètre.		Température C.				Tension de la vap.		Fract. de saturation en millièmes.				Pluie ou neige		Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale.	
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	cm
1	732,33	+ 6,50	— 1,89	— 4,87	— 3,8	+ 0,6	3,18	—1,29	803	+ 15	570	960	0,7	4	SSO. 1	1,00	+6,3	+ 0,9	135,5
2	735,50	+ 9,74	— 2,29	— 5,38	— 4,4	0,0	2,74	—1,74	715	— 71	630	750	...	...	NNE. 2	0,27	6,3	+ 0,8	132,4
3	731,48	+ 5,78	+ 1,01	— 2,19	— 2,1	+ 4,5	3,21	—1,28	665	—118	440	930	...	...	NNE.	0,32	6,2	+ 0,7	130,4
4	726,53	+ 0,89	+ 2,90	— 0,42	— 0,9	+ 7,6	4,87	+0,36	858	+ 77	630	1000	5,9	11	variable	0,94	..	.....	128,0
5	719,35	— 6,23	+ 2,90	— 0,53	+ 1,5	+ 4,6	5,08	+0,56	915	+136	820	950	7,4	15	SSO. 1	1,00	5,9	+ 0,3	128,8
6	717,26	— 8,27	+ 0,95	— 2,60	+ 0,3	+ 2,6	4,70	+0,17	968	+192	840	1000	2,9	11	NE. 1	0,99	5,8	+ 0,2	131,3
7	714,43	—11,04	+ 2,23	— 1,43	0,0	+ 5,7	3,64	—0,91	703	— 71	460	1000	0,4	2	SO. 1	0,80	6,0	+ 0,3	129,0
8	713,55	—11,86	+ 0,96	— 2,82	— 1,2	+ 3,9	3,63	—0,93	755	— 16	540	900	...	...	NE. 2	0,76	6,0	+ 0,3	129,0
9	720,58	— 4,78	— 0,61	— 4,51	— 1,6	+ 1,4	3,69	—0,89	852	+ 83	760	980	...	...	NE. 3	0,33	5,4	— 0,4	129,5
10	721,17	— 4,13	— 2,54	— 6,56	— 3,8	— 0,8	2,83	—1,76	763	— 3	650	810	...	...	NE. 3	0,44	4,6	— 1,2	130,5
11	724,76	— 0,49	— 4,22	— 8,36	— 5,7	— 2,1	2,43	—2,18	745	— 19	660	800	...	...	NE. 2	0,94	..	.....	124,0
12	728,04	+ 2,84	— 1,73	— 5,99	— 4,8	+ 2,6	2,96	—1,67	736	— 25	600	870	...	...	variable	0,63	5,5	— 0,4	120,0
13	724,17	— 0,98	+ 2,30	— 2,08	— 1,1	+ 5,1	4,49	—0,15	829	+ 70	700	940	3,8	8	SO. 1	1,00	5,6	— 0,4	116,5
14	727,52	+ 2,42	+ 4,46	— 0,05	+ 2,6	+ 6,9	5,77	+1,11	919	+163	800	990	6,6	15	variable	1,00	5,5	— 0,5	119,5
15	728,05	+ 3,00	+ 7,81	+ 3,18	+ 4,5	+12,9	5,08	+0,40	664	— 90	450	830	...	...	SSO. 1	0,33	5,9	— 0,2	117,5
16	722,74	— 2,27	+ 5,87	+ 1,12	— 0,7	+11,0	4,67	—0,03	679	— 72	490	970	...	...	SO. 2	0,36	6,0	— 0,2	118,2
17	721,23	— 3,73	+ 8,42	+ 3,54	+ 5,5	+11,3	5,41	+0,69	664	— 85	520	760	...	...	SSO. 1	0,97	5,9	— 0,3	115,3
18	719,89	— 5,03	+ 7,31	+ 2,31	+ 4,7	+11,6	6,04	+1,30	821	+ 74	510	1000	8,8	9	variable	1,00	..	.....	117,0
19	711,42	—13,46	+ 5,48	+ 0,35	+ 3,6	+ 7,7	6,13	+1,36	907	+163	810	960	2,6	4	variable	1,00	5,9	— 0,4	117,1
20	706,80	—18,04	+ 7,86	+ 2,60	+ 4,4	+13,7	5,75	+0,96	753	+ 11	410	1000	4,9	6	SO. 2	0,73	6,5	+ 0,1	115,3
21	713,01	—11,80	+ 6,50	+ 1,12	+ 4,9	+10,6	4,31	—0,51	618	—122	450	810	0,3	1	SSO. 2	0,78	5,9	— 0,6	116,1
22	713,95	—10,82	+ 4,02	— 1,49	+ 0,4	+ 8,0	5,06	+0,22	847	+109	610	1000	7,7	6	NE. 1	1,00	6,0	— 0,5	118,2
23	721,46	— 3,28	+ 2,82	— 2,82	+ 0,3	+ 7,9	3,79	—1,08	701	— 34	460	940	1,2	2	variable	0,37	6,0	— 0,6	117,5
24	717,67	— 7,04	+ 5,22	— 0,55	— 0,3	+ 9,0	4,63	—0,27	699	— 34	520	960	2,1	3	SSO. 2	0,87	6,4	— 0,3	114,5
25	708,37	—16,31	+ 4,77	— 1,13	+ 2,5	+ 7,6	5,51	+0,58	875	+144	760	940	11,1	11	variable	0,97	..	.....	119,0
26	711,42	—13,23	+ 5,55	— 0,48	0,0	+10,0	4,96	0,00	731	+ 2	540	970	1,5	3	variable	0,63	6,4	— 0,4	116,0
27	719,15	— 5,48	+ 9,18	+ 3,01	+ 5,1	+13,4	5,25	+0,26	619	—108	400	830	1,6	5	SSO. 2	0,78	6,6	— 0,3	110,0
28	727,18	+ 2,58	+12,01	+ 5,71	+ 7,8	+17,3	6,94	+1,91	672	— 53	450	790	...	...	SO. 1	0,66	6,7	— 0,3	112,2
29	729,05	+ 4,47	+14,17	+ 7,74	+ 9,5	+19,1	7,38	+2,32	625	— 98	420	760	...	...	SSO. 2	0,60	7,0	0,0	114,0
30	728,73	+ 4,17	+11,62	+ 5,06	+ 9,8	+15,3	8,10	+3,01	814	+ 93	570	960	5,7	9	variable	0,98	7,1	0,0	117,0
31	730,63	+ 6,08	+ 9,60	+ 2,90	+ 6,1	+14,0	5,50	+0,37	646	— 73	360	1000	...	...	N. 1	0,23	7,0	— 0,2	117,0

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1877.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	723,37	723,56	723,59	723,35	722,77	722,61	722,78	723,05	723,17
2e »	721,63	721,73	721,97	721,66	721,05	720,71	720,98	721,30	721,23
3e »	719,92	720,23	720,30	720,04	719,61	719,74	720,05	720,98	721,37
Mois	721,58	721,79	721,90	721,63	721,09	720,98	721,23	721,75	721,91
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 0,86	— 0,32	+ 0,86	+ 1,66	+ 2,35	+ 1,98	+ 1,09	+ 0,63	+ 0,03
2e »	+ 2,01	+ 2,54	+ 5,06	+ 6,22	+ 7,08	+ 6,86	+ 5,50	+ 5,55	+ 4,65
3e »	+ 5,18	+ 6,65	+ 8,51	+10,48	+10,95	+10,27	+ 8,79	+ 7,61	+ 6,99
Mois	+ 2,21	+ 3,08	+ 4,93	+ 6,26	+ 6,93	+ 6,50	+ 5,24	+ 4,37	+ 3,99
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	3,74	3,53	3,67	3,85	3,87	3,83	3,88	3,88	3,95
2e »	4,67	4,84	4,99	4,95	4,88	4,93	4,95	5,13	4,91
3e »	5,49	5,85	5,32	5,37	5,53	5,64	5,79	5,84	5,80
Mois	4,66	4,77	4,68	4,74	4,78	4,83	4,90	4,98	4,92
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	852	766	739	743	718	721	778	797	843
2e »	848	845	731	692	637	669	740	789	756
3e »	827	791	638	571	563	603	684	742	765
Mois	842	800	701	665	637	662	732	775	787

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	— 1,60	+ 3,01	0,68	+ 5,83	17,3	130,4
2e »	+ 1,30	+ 8,07	0,80	+ 5,85	26,7	118,0
3e »	+ 4,19	+12,02	0,72	+ 6,51	31,2	115,6
Mois	+ 1,39	+ 7,84	0,73	+ 6,09	75,2	121,2

Dans ce mois, l'air a été calme 0,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,88 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 6°,5 E. et son intensité est égale à 11,6 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MARS 1877.

Le 1er, brouillard intense tout le jour par une très-forte bise.
2, forte bise tout le jour.
3, forte bise et brouillard jusqu'à 7 h. du soir.
4, neige et brouillard presque tout le jour.
5, id.
6, id. bise assez forte, qui n'a permis de recueillir qu'une partie de la neige tombée.
7, forte bise et brouillard jusque vers 4 h. après midi.
8, forte bise et brouillard tout le jour.
9, id.
du 10 au 12, ciel parfaitement clair.
13 et 14, neige et brouillard tout le jour par une très-forte bise; la violence de la bise pendant ces deux jours n'a permis de recueillir qu'une partie de la neige.
15, brouillard le matin.
18 et 19, neige et brouillard tout le jour par un fort vent du SO.; la violence du vent n'a permis de recueillir qu'une partie de la neige.
20, fort vent du SO. et brouillard tout le jour.
21, fort vent du SO. depuis 10 h. du matin.
22, fort vent du SO. et brouillard tout le jour.
23, forte bise et brouillard jusqu'à 3 h. après midi.
24, brouillard et neige jusqu'au soir.
25, très-fort vent du SO. et brouillard tout le jour; neige dans la nuit suivante, marquée à la date du 26.
26, brouillard depuis 8 h. du matin jusqu'au soir; neige dans la nuit suivante, marquée à la date du 27.
27, brouillard le matin et le soir.
28, brouillard dans la soirée.
30, neige l'après-midi et le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. soir	563,94	Le 8 à 8 h. matin	545,49
12 à 10 h. soir	558,55	13 à 6 h. soir	554,03
14 à 10 h. soir	562,39	20 à 4 h. après midi	547,77
23 à 6 h. soir	554,31	25 à 6 h. soir	548,36
28 à 10 h. soir	567,96	30 à 10 h. soir	564,91
31 à 10 h. soir	566,36		

SAINT-BERNARD. — MARS 1877.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	557,30	— 2,39	556,66	558,01	—18,68	—10,45	—20,0	—17,1	.....	.....	....	NE. 3	1,00
2	562,66	+ 2,98	561,35	563,94	—14,33	— 6,16	—21,5	—10,0	.....	.....	....	NE. 2	0,30
3	563,38	+ 3,70	563,06	563,69	— 6,73	+ 1,38	— 9,3	— 4,1	.....	.....	....	NE. 2	0,80
4	560,69	+ 1,02	558,24	562,93	— 4,22	+ 3,83	— 5,9	+ 0,4	40	3,0	....	NE. 1	0,81
5	553,96	— 5,71	553,32	555,55	— 7,12	+ 0,87	—10,9	— 2,0	180	12,0	....	NE. 1	1,00
6	550,45	— 9,21	550,20	551,23	—12,08	— 4,16	—12,9	— 9,9	100	9,2	....	NE. 2	1,00
7	547,99	—11,67	545,93	550,06	—12,98	— 5,13	—14,4	— 7,3	.....	.....	....	NE. 2	0,72
8	547,11	—12,55	545,49	549,04	—14,23	— 6,45	—15,4	—11,6	.....	.....	....	NE. 2	0,78
9	550,56	— 9,11	549,66	551,58	—17,25	— 9,54	—19,2	—14,6	.....	.....	....	NE. 2	1,00
10	551,75	— 7,92	550,70	553,17	—16,24	— 8,60	—21,2	—10,9	.....	.....	....	NE. 1	0,00
11	554,68	— 5,00	552,91	556,74	—12,88	— 5,32	—15,7	—10,0	.....	.....	....	NE. 1	0,00
12	557,87	— 1,82	557,11	558,55	—12,95	— 5,47	—15,1	—10,6	.....	.....	....	NE. 1	0,01
13	554,83	— 4,87	554,03	556,77	—10,25	— 2,85	—10,1	— 9,2	160	13,6	....	NE. 3	1,00
14	560,43	+ 0,72	557,16	562,59	— 8,26	— 0,94	—10,2	— 6,3	250	16,4	....	NE. 2	1,00
15	562,06	+ 2,33	561,89	562,39	— 4,90	+ 2,33	— 7,8	— 3,0	.....	.....	....	NE. 1	0,26
16	559,59	— 0,16	559,13	560,65	— 1,80	+ 5,34	— 5,4	+ 2,0	.....	.....	....	SO. 1	0,23
17	558,38	— 1,39	557,60	558,95	— 4,05	+ 3,00	— 6,4	— 2,0	.....	.....	....	SO. 2	0,56
18	557,24	— 2,55	556,26	558,29	— 3,86	+ 3,10	— 4,5	— 1,8	250	17,4	....	SO. 2	0,99
19	553,12	— 6,70	551,07	554,72	— 4,34	+ 2,53	— 4,6	— 3,1	200	16,0	....	SO. 3	1,00
20	548,83	—11,02	547,77	550,36	— 4,87	+ 1,90	— 8,9	— 2,5	.....	.....	....	SO. 2	0,88
21	550,98	— 8,90	549,89	552,88	— 8,62	— 1,95	—10,9	— 5,5	.....	.....	....	SO. 2	0,52
22	552,13	— 7,78	551,76	552,61	— 7,77	— 1,20	— 8,4	— 6,4	.....	.....	....	SO. 2	0,99
23	553,81	— 6,13	553,01	554,31	—12,13	— 5,66	—13,8	— 9,1	.....	.....	....	NE. 2	0,60
24	553,56	— 6,42	553,27	554,17	— 6,86	— 0,49	— 9,2	— 3,3	80	6,2	....	variable	0,73
25	549,84	—10,18	548,36	552,44	— 7,92	— 1,66	— 8,2	— 5,9	.....	.....	....	SO. 3	1,00
26	551,12	— 8,94	549,67	552,39	— 7,71	— 1,55	— 8,9	— 5,8	70	5,3	....	variable	0,89
27	557,62	— 2,48	553,93	560,62	— 6,53	— 0,48	— 9,2	— 2,0	70	4,0	....	variable	0,70
28	565,92	+ 5,77	563,36	567,96	— 2,15	+ 3,79	— 4,9	+ 1,6	.....	.....	....	SO. 1	0,59
29	567,42	+ 7,22	567,19	567,64	— 0,23	+ 5,60	— 3,5	+ 2,8	.....	.....	....	SO. 1	0,20
30	566,00	+ 5,75	564,91	567,12	+ 0,15	+ 5,87	— 2,8	+ 4,9	140	12,0	....	variable	0,91
31	565,89	+ 5,59	565,03	566,36	— 4,27	+ 1,33	— 6,3	— 2,0	.....	.....	....	NE. 1	0,13

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1877.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	554,68	554,57	554,67	554,61	554,51	554,46	554,62	554,73	554,69
2e »	556,74	556,86	556,82	556,73	556,58	556,51	556,63	556,78	556,97
3e »	557,05	557,32	557,52	557,60	557,59	557,68	557,88	558,18	558,41
Mois	556,19	556,28	556,38	556,35	556,27	556,26	556,42	556,61	556,75

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	—14,22	—13,12	—11,38	— 9,73	— 9,48	—10,90	—12,26	—12,60	—12,93
2e »	— 8,19	— 6,42	— 5,28	— 4,84	— 4,83	— 5,44	— 6,86	— 7,01	— 7,62
3e »	— 7,61	— 5,27	— 4,26	— 3,36	— 3,40	— 4,70	— 6,03	— 6,35	— 6,55
Mois	— 9,93	— 8,17	— 6,89	— 5,89	— 5,82	— 6,94	— 8,31	— 8,58	— 8,95

	Min. observé.	Max. observé	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	—15,07	— 8,71	0,74	24,2	320
2e »	— 8,87	— 4,65	0,59	63,4	860
3e »	— 7,83	— 2,79	0,66	27,5	360
Mois	—10,50	— 5,30	0,66	115,1	1540

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,79 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 45,5 sur 100.

ERRATUM. — Dans le tableau du mois de février 1877, pour le Saint-Bernard, la température moyenne du 12 doit être lue — 4°,20 au lieu de — 4°,80, et l'écart avec la température normale + 4°,71 au lieu de + 4°,11.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE
ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME LVIII (NOUVELLE PÉRIODE)

1877. — Nos 229 à 232.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES
faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

